

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
ENTRE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD APLICADO
A LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico

Presentado por:

JORGE VLADIMIR SÁNCHEZ RÍOS

Lima - Perú

2006

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| <u>INTRODUCCIÓN</u> | i |
| | |
| <u>CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA DE LAS TELECOMUNICACIONES RURALES APLICADAS A MADRE DE DIOS</u> | |
| 1.1. INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 1.2. USO DE LAS TICS EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS..... | 3 |
| 1.3. VARIABLES DE MEDIO AMBIENTE GENERAL..... | 4 |
| 1.4. VARIABLES DE MEDIO AMBIENTE ESPECÍFICO..... | 6 |
| 1.5. VARIABLES DE MEDIO AMBIENTE ORGANIZACIONAL..... | 7 |
| 1.6. VARIABLES INTERNAS..... | 8 |
| 1.7. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA..... | 10 |
| | |
| <u>CAPÍTULO 2: MODELO TEÓRICO Y DE ANÁLISIS A SEGUIR</u> | |
| 2.1. EL ESTADO DEL ARTE..... | 12 |
| 2.1.1. PRESENTACIÓN DEL ASUNTO EN ESTUDIO..... | 12 |
| 2.1.2. EL ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 13 |
| 2.1.3. SÍNTESIS..... | 20 |
| 2.2. MODELO TEÓRICO..... | 22 |
| 2.3. MODELO DE ANÁLISIS..... | 23 |
| 2.3.1. PASOS A SEGUIR PARA EL PROCESO..... | 23 |
| 2.3.2. ESTUDIO DE CAMPO..... | 24 |
| 2.3.3. LEVANTAMIENTO DE DOCUMENTACIÓN..... | 25 |
| | |
| <u>CAPÍTULO 3: EL ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOGIDOS</u> | |
| 3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES..... | 27 |
| 3.2. DIFICULTADES SOCIOECONÓMICAS..... | 28 |
| 3.3. LA SITUACION ACTUAL EN EL PAÍS..... | 29 |
| 3.3.1. TELESALUD PERUANA..... | 30 |
| 3.3.2. INFRAESTRUCTURA DE SALUD Y TELECOMUNICACIONES A NIVEL NACIONAL..... | 31 |
| 3.4. LA REGIÓN EN ESTUDIO..... | 33 |
| 3.4.1. ENTORNO GEOGRÁFICO..... | 33 |
| 3.4.2. INFRAESTRUCTURA VIAL Y ENERGÉTICA..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 3.4.3. ANÁLISIS DE DINÁMICA POBLACIONAL..... | 37 |
| 3.4.4. ANÁLISIS DEL PERFIL SOCIAL..... | 39 |
| 3.4.5. ASPECTOS ECONÓMICOS..... | 39 |
| 3.4.6. EL EFECTO DE LA CARRETERA INTEROCEÁNICA..... | 42 |
| 3.5. TECNOLOGÍAS APLICABLES..... | 43 |
| 3.5.1 TECNOLOGÍAS DE ACCESO GUIADO..... | 44 |
| 3.5.1.1. ACCESO POR LÍNEA TELEFÓNICA..... | 44 |
| 3.5.1.2. ACCESO POR LÍNEAS DEDICADAS DE DATOS..... | 46 |
| 3.5.1.3. COMUNICACIÓN POR REDES ELÉCTRICAS..... | 47 |
| 3.5.2 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS..... | 48 |
| 3.5.2.1. SISTEMAS BASADOS EN TECNOLOGÍA CELULAR..... | 48 |
| 3.5.2.2. TECNOLOGÍAS DE ACCESO INALÁMBRICO FIJO..... | 52 |
| 3.5.2.3. SISTEMAS BASADOS EN EMPLEO DE SATÉLITES..... | 54 |
| 3.5.2.4. SISTEMAS DE RADIO..... | 57 |
| 3.5.2.5. SISTEMAS WI-FI..... | 60 |
| 3.6 LA ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN..... | 63 |
| 3.6.1. REDES Y MICRORREDES..... | 64 |
| 3.6.2. LA DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD DE MADRE DE DIOS..... | 65 |
| 3.6.3. LAS MICRORREDES..... | 65 |
| 3.6.4. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD..... | 68 |
| 3.6.5. EQUIPOS USADOS..... | 72 |
| 3.6.6. TIPO DE INFORMACIÓN..... | 75 |
| 3.6.7. REQUERIMIENTOS DEL STAFF MÉDICO..... | 77 |
| | |
| <u>CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO OBTENIDO</u> | |
| 4.1. PANORAMA PARA TICS..... | 80 |
| 4.2. ANÁLISIS FODA DE TELESALUD..... | 80 |
| 4.3. LA RUTA ELEGIDA..... | 83 |
| 4.4. COMPARATIVA DE SISTEMAS MAYORMENTE APLICABLES..... | 84 |
| 4.5. ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA..... | 89 |
| 4.6. PARÁMETROS A SER USADOS..... | 89 |
| 4.6.1. FACTORES A CONSIDERAR..... | 89 |
| 4.6.2. SISTEMA DE ANTENAS..... | 91 |
| 4.6.3. ELECCIÓN DE EQUIPOS..... | 92 |
| 4.7. ELEMENTOS DE SOLUCIÓN..... | 93 |
| 4.7.1. SERVICIOS INTEGRALES..... | 93 |
| 4.7.2. INFORMACIÓN DEL MTC..... | 96 |

| | |
|---|-----|
| 4.8. SISTEMAS DE ENERGÍA..... | 97 |
| 4.8.1. EQUILIBRIO DE COMPONENTES DEL SISTEMA..... | 98 |
| 4.8.2. TIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA APLICABLES EN ÁREAS RURALES..... | 99 |
| 4.8.3. PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA..... | 100 |
| 4.9. SEGURIDAD EN LA RED..... | 102 |
| 4.9.1. SEGURIDAD EN WIFI..... | 103 |
| 4.10. EFECTOS Y PROYECCIÓN DE DESARROLLO..... | 105 |
| 4.11. ESTRATEGIAS PARA PROYECTOS..... | 107 |
| 4.12. PROPUESTA DE DISEÑO..... | 108 |
| | |
| <u>OBSERVACIONES</u> | 110 |
| | |
| <u>CONCLUSIONES</u> | 111 |
| | |
| <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 112 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA N° 2.1. “Modelo Teórico de la Investigación”..... | 23 |
| FIGURA N°3.1. Densidad Poblacional distrital de Madre de Dios | 38 |
| FIGURA N°3.2. Alcance de diversas tecnologías GSM | 49 |
| FIGURA N°3.3. YAESU – SYSTEM600 | 74 |
| FIGURA N°3.4. YAESU – FT-80C | 75 |
| FIGURA N°4.1. Ruta escogida para la propuesta de diseño de red | 84 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| CUADRO N°3.1. Cuadro de estaciones de radio HF en el Perú..... | 32 |
| CUADRO N°3.2. Provincias, distritos y capitales de Madre de Dios..... | 34 |
| CUADRO N°3.3. Tipos de carreteras en el departamento de Madre de Dios | 35 |
| CUADRO N°3.4. Distancias entre las principales localidades del departamento de Madre de Dios..... | 36 |
| CUADRO N°3.5. Centrales térmicas que operan en el departamento de Madre de Dios..... | 37 |
| CUADRO N°3.6. Principales frecuencias usadas en radiocomunicación..... | 59 |
| CUADRO N°3.7. Estándares WI-FI | 61 |
| CUADRO N°3.8. Establecimientos de Salud que poseen radio en Madre de Dios | 71 |
| CUADRO N°3.9. Estado de equipos e impresoras – Dirección Regional de Salud de Madre de Dios | 72 |
| CUADRO N°3.10. Equipos de cómputo de algunos establecimientos de salud de Madre de Dios Ruta Puerto Maldonado a Iñapari | 72 |
| CUADRO N°3.11. Marcas y modelos de los equipos de radio en los establecimientos de salud de Madre de Dios..... | 73 |
| CUADRO N°4.1. Clasificación de velocidades de bit..... | 85 |
| CUADRO N°4.2.A Cuadro comparativo de tecnologías (parte 1) | 87 |
| CUADRO N°4.2.B Cuadro comparativo de tecnologías (parte 2) | 88 |

RESUMEN

Actualmente el uso de tecnologías de información y comunicaciones en los ámbitos rurales, ha incrementado el desarrollo de estas regiones gracias a la difusión de teléfonos, telecentros, acceso a Internet, correo electrónico, sistemas de información, etc. Estas tecnologías permiten el procesamiento y la circulación de información de forma más acelerada y en mayor volumen, brindando al mismo tiempo mayores posibilidades de comunicación entre las zonas alejadas.

En la región de Madre de Dios, la Dirección Regional de Salud consideró apoyar un proyecto de mejora del sistema de información y telecomunicaciones, dentro del área de la salud, basado en tecnologías de información y comunicaciones. Una parte importante de este proyecto es tener un buen análisis de datos, procesos y variables que afectan la calidad de la salud, así como también un diagnóstico preciso que sirva para un diseño de red rural.

El propósito de esta tesis es lograr un modelo de análisis y diagnóstico previo a un diseño de red de telecomunicaciones rurales en general; de la misma manera que pretende serlo para el diseño de la red entre establecimientos de salud en la región de Madre de Dios.

La tesis se presenta en cuatro capítulos. En el primer capítulo se muestran las distintas variables que se deberá tomar en cuenta en el desarrollo de tecnologías de información y comunicaciones en esta región. En el segundo capítulo el estado del arte realizado muestra la situación actual y aplicaciones de diversas tecnologías en el mundo buscando reducir la brecha digital. El tercer capítulo presenta el proceso de análisis por completo centrado en tres puntos: el análisis de la telesalud peruana y el de la región de Madre de Dios, el análisis de las tecnologías aplicables a las telecomunicaciones rurales y el análisis de la organización de la salud y los procesos de información en Madre de Dios. Finalmente en el cuarto capítulo, se presenta el diagnóstico obtenido, la selección de tecnologías y rutas, así como también las principales pautas para el desarrollo de un sistema de telecomunicaciones rurales en general y particularmente para la región de Madre de Dios.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su apoyo en todo momento, de manera incondicional y brindándome motivación para lograr esta tesis.

A Arturo, mi hermano, por preguntar de manera seguida: “¿Cómo va tu tesis?”

A mis compañeros de tesis, Zarella y Víctor Hugo, por haberme ayudado con los datos faltantes en cada momento y por habernos aventurado a hacer estos trabajos.

Al personal tanto de la DISA como del hospital regional Santa Rosa en Madre de Dios por el apoyo otorgado en la visita realizada.

A mis profesores Angelo Velarde y Renzo Astorne quienes me asesoraron durante la realización del presente documento.

A la gente del grupo EHAS, quienes no dudaron en ayudarme en temas de tecnologías de información.

A los profesores y compañeros de la especialidad que de alguna u otra manera me ayudaron en la tarea de culminar este trabajo.

A mis amigos, quienes nunca dejaron de ayudarme, animarme y confiar en mi.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha venido tomando mucha fuerza e importancia el tema de la aplicación de las tecnologías de información y comunicaciones para impulsar el desarrollo rural. A medida que este tema va aumentando, van apareciendo diversas tecnologías que apoyan este crecimiento así como distintas aplicaciones para disminuir las distancias tecnológicas entre las zonas urbanas y rurales.

Dentro de este crecimiento, la Dirección Regional de Salud de Madre de Dios consideró apoyar un proyecto de mejora del sistema de información y telecomunicaciones en su región, dentro del área de la salud. El proyecto incluye mejoras en la red del hospital principal de la región y propuestas para enlazar la mayoría de los establecimientos de salud.

Una parte de este proyecto es el presente documento que involucra un estudio de distintos temas con el objetivo de sentar una base ante el desarrollo de sistemas de telecomunicaciones en zonas rurales dentro del Perú y establecer pautas previas a un diseño de redes rurales además de presentar tecnologías y recomendaciones diversas.

La tesis realizada presenta el proceso de análisis y diagnóstico previo a un diseño de telecomunicaciones rurales en nuestro país y además aplicado a la región de Madre de Dios. Es parte de un proyecto mayor que involucra una tesis de diseño que surge a partir de estos procesos de análisis y diagnóstico. Está dividida en cuatro capítulos.

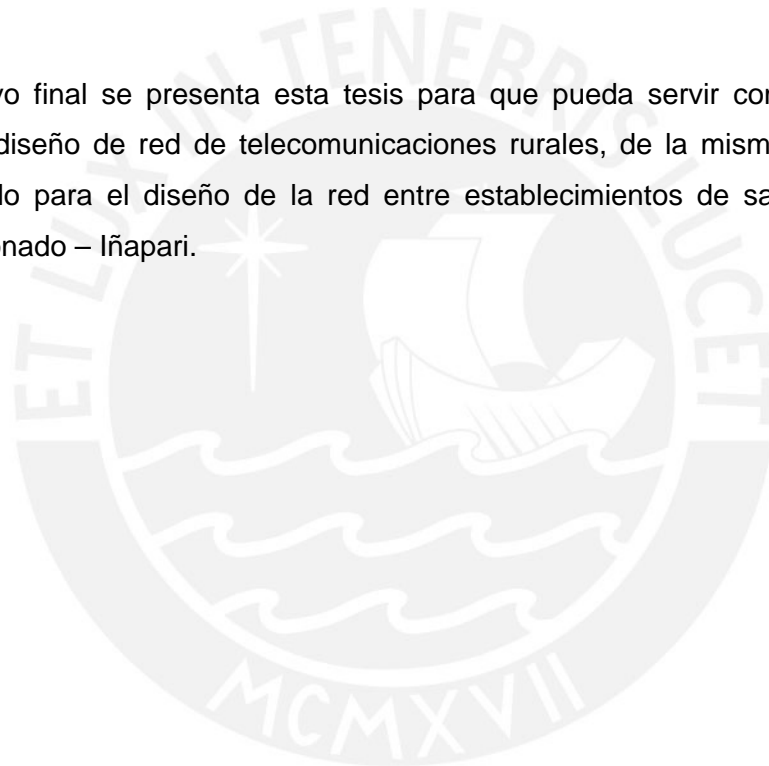
En el primer capítulo se muestra las distintas variables que se deberá tomar en cuenta en el desarrollo de tecnologías de información y comunicaciones en esta región. Analizando estas variables es posible llegar a declarar el problema que tocará la tesis.

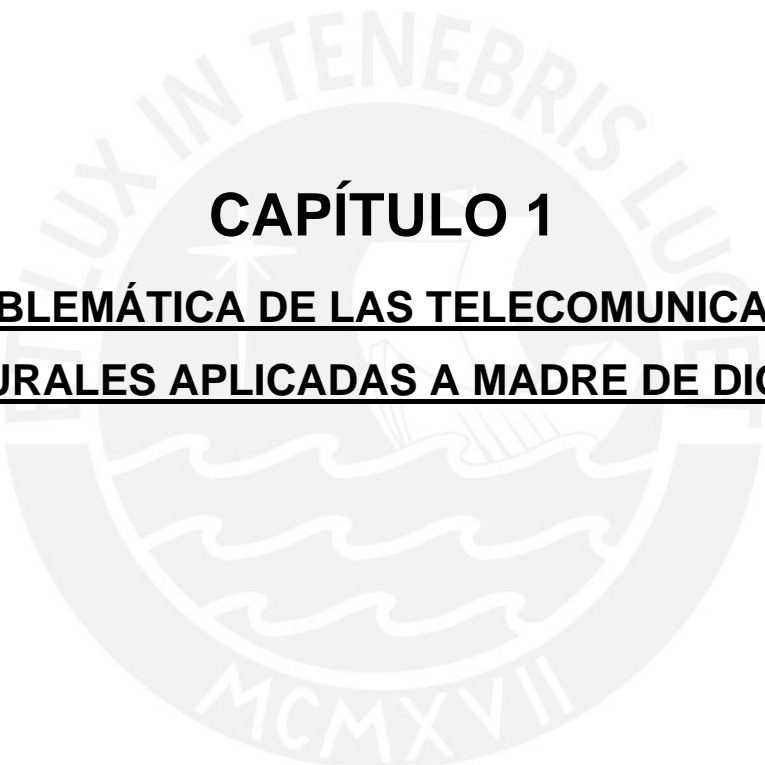
En el segundo capítulo, el estado del arte realizado muestra la situación actual y aplicaciones de diversas tecnologías en el mundo buscando reducir la brecha digital. En base a esto se llega a definir un modelo teórico así como un modelo de análisis a seguir.

El tercer capítulo presenta el proceso de análisis por completo, centrado en tres puntos. En primer lugar el análisis de la telesalud peruana y el de la región de Madre de Dios con sus principales características. En segundo lugar se describen una serie de tecnologías aplicables a las telecomunicaciones rurales, con el fin de seleccionar la más adecuada en este caso y en tercer lugar se analiza el proceso de la organización de la salud en Madre de Dios, así como los procesos de información que se realizan.

En el cuarto capítulo se presenta el diagnóstico obtenido, la selección de tecnologías y rutas, así como también las principales pautas para el desarrollo de un sistema de telecomunicaciones rurales en general y particularmente para la región de Madre de Dios.

Como objetivo final se presenta esta tesis para que pueda servir como un modelo previo a un diseño de red de telecomunicaciones rurales, de la misma manera que pretende serlo para el diseño de la red entre establecimientos de salud en la ruta Puerto Maldonado – Iñapari.





CAPÍTULO 1
LA PROBLEMÁTICA DE LAS TELECOMUNICACIONES
RURALES APLICADAS A MADRE DE DIOS

1.1 INTRODUCCIÓN

El acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones ha asumido un papel primordial en la promoción de un desarrollo económico sostenible y la reducción de la pobreza. Las tecnologías de las comunicaciones inciden en la reducción de la pobreza a través de tres mecanismos principales: aumentan la eficiencia y competitividad global de la economía en su conjunto con un impacto positivo en el crecimiento y el desarrollo; permiten una mejor prestación de los servicios públicos, tales como la salud y la educación; y crean nuevas fuentes de ingresos y empleo en las poblaciones de escasos recursos.

Sin embargo, el acceso a las redes de comunicación aún se concentra en unas pocas regiones y grupos poblacionales, y las líneas de esta nueva “brecha digital” siguen de cerca y complementan las brechas existentes en materia de ingresos y economía. La “brecha digital”, que se mide a partir de indicadores tales como la tasa de penetración de la telefonía y el número de servidores de Internet, no sólo existe entre países desarrollados y países en desarrollo, sino también entre las poblaciones urbanas y rurales. Dos dimensiones importantes de esta brecha digital son la pobreza y el aislamiento, que se miden en función de las disparidades entre zonas urbanas y zonas rurales y alejadas.

Las infraestructuras que lleven al desarrollo de una sociedad de la información para todos dependen de las necesidades a satisfacer y de los niveles de desarrollo. En el caso de las zonas rurales, las prioridades de comunicación se centran en las comunicaciones básicas de voz y datos, que se puedan cubrir con los servicios básicos de telefonía y correo electrónico.

Pero el problema principal se encuentra en las áreas rurales, con poblaciones de bajos ingresos y donde al mercado no le es rentable la extensión de las redes de telecomunicación. Las zonas rurales de los países en desarrollo tienen unas características que condicionan las posibles tecnologías a emplear limitadas infraestructuras de transporte y de energía, obstáculos geográficos, escasez de personal técnico y bajas densidades de población. Ante esto podemos destacar que no existen soluciones tecnológicas para todas las situaciones y hay que prestar atención a la mayoría de opciones posibles. En algunos casos pueden ser útiles nuevas aplicaciones de antiguas tecnologías y en otro la adaptación de tecnologías existentes para su uso en zonas rurales o una combinación de estas opciones con

tecnologías mixtas. Tenemos por ejemplo en el caso de la voz, los sistemas que hagan uso de VoIP permiten comunicaciones telefónicas a bajo costo, sistemas para transmisión de datos en radiocomunicación (bandas VHF, UHF o HF), sistemas inalámbricos para redes usando sistemas WI-FI, sistemas celulares en banda VHF como los sistemas CDMA450 o GSM400, sistemas de telefonía inalámbrica usando redes punto a punto o punto a multipunto como son lo sistemas DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) y también sistemas vía satélite (sistemas VSAT).

A pesar de todo no es suficiente con una opción tecnológica técnicamente apropiada, además de toda la tecnología aplicable estas infraestructuras requieren del apoyo complementario de medidas legislativas y normativas que sean aplicadas específicamente a las zonas rurales. No es lo mismo usar regulaciones en zonas de mayor desarrollo económico en comparación con las zonas rurales de pocos recursos. En algunos casos tratar de permitir el mayor aprovechamiento de las tecnologías disponibles, flexibilizando el uso de tecnologías WI-FI por ejemplo; en otros casos estimulando la creación de microempresas operadoras de servicios de telecomunicación en ámbitos locales.

Los esfuerzos deben centrarse con prioridad en la extensión de las redes de telefonía básica principalmente y ahondar en los sistemas de transmisión de datos según la zona lo requiera. A continuación se expondrá el punto de vista de la región de Madre de Dios frente a las TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones) enlazadas con el proceso del sistema de salud que es el punto principal de esta investigación.

1.2 USO DE LAS TIC EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS

El departamento de Madre de Dios se encuentra ubicado al Sur Este del Territorio Peruano, comprende tres provincias con diez distritos y una población de más de 90 000 habitantes. En el caso del sector salud, posee una dirección regional de salud que se encarga de supervisar la organización del esquema de salud a lo largo de la región, además posee dos hospitales, diez centros de salud y 98 puestos de salud.

A través de procesos de investigación y visitas a la región con entrevistas en los establecimientos de salud dentro de la ruta Puerto Maldonado – Iñapari, se pudieron obtener los procedimientos generados en el desarrollo de la salud y la información asociada a ella. Se pudo encontrar además los errores que ocasionaba la falta de

comunicación fluida dentro de esta región como por ejemplo el hecho de que en la microred del Manu no hay muertos hace cinco años así como tampoco hay recién nacidos, información errada.

El uso de las TIC en esta región es escaso. Más aún en la aplicación de éstas al sector salud. La principal forma de comunicación que poseen con los distintos establecimientos de salud a lo largo de la zona en estudio es vía radio. El transporte de la información de poblado en poblado o rumbo a la Dirección Regional de Salud, que es el núcleo del sistema de información actual, se da por medios de locomoción, algunas veces sufriendo retrasos. Debido también a problemas de capacitación, los datos no pueden ser completados en sus centros de origen y deben ser terminados en la Dirección Regional de Salud, lo que conlleva un retraso en el procesamiento de la información.

Según los puntos observados la idea principal es tener la información transparente, es decir, que todos los que la necesiten puedan tener acceso a ella, que esté disponible para los solicitantes. La pregunta viene dada como: ¿De qué manera se mejora la interconexión en salud? Basado en estos puntos se definen una serie de variables, tanto internas como externas, que afectan directamente el sistema actual y que da inicio a las pautas a definir para elaborar una nueva propuesta en el proceso de mejorar el sistema de interconexión en salud.

1.3 VARIABLES DE MEDIO AMBIENTE GENERAL

Estandarización

Existen una diversidad de aplicaciones en distintos sistemas de comunicación, no operables, es decir, que las herramientas y contenidos no son compatibles. Además, falta una cultura de reusabilidad, ya que la no interoperabilidad dificulta el poder compartir contenidos de unos entornos a otros; existe una cultura basada en la individualidad, en la que resulta difícil compartir información por tanto compartir contenidos.

Es por eso que el establecimiento de unos estándares a nivel mundial puede asegurar una relación que enriquezca tanto a los autores como a los usuarios de diversos contenidos asociándolos a procesos de estandarización que facilitarán tanto su organización como su acceso y utilización.

Algunos de los principales centros que promueven la estandarización de normas son la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y el IESG (Internet Engineering Steering Group).

Seguridad en Redes

Un enfoque real y serio de la seguridad en redes es enfrentar la seguridad como un sistema, no como un componente, ni una caja, ni un firewall, lista de control de acceso o clave WEP. La seguridad es una actitud global de una empresa frente a sus activos, y eso involucra procedimientos y cultura.

Cuando se tiene una red grande, se corre el riesgo de sufrir distintos tipos de ataques en la red. Los ataques pueden servir a varios objetivos incluyendo fraude, extorsión, robo de información, venganza o simplemente el desafío de penetrar un sistema. Esto puede ser realizado por empleados internos que abusan de sus permisos de acceso, o por atacantes externos que acceden remotamente o interceptan el tráfico de red.

Si se decide por una red inalámbrica se deben asumir los riesgos, pero éstos riesgos no implican comprar ningún aparato adicional. Es el mismo aparato que ya se tiene y que utiliza características diversas el que puede brindar la seguridad necesaria. Lo que se necesita es utilizar las aplicaciones de seguridad que se disponen, no comprar soluciones adicionales.

Actualización

La tecnología se modifica de manera constante a fin de ofrecer mejores servicios y aumentar la satisfacción de usuarios y clientes. Llegará un momento en que será ineludible obtener actualizaciones que reemplacen o mejoren el hardware así como las últimas versiones del software de uso común.

No hace falta disponer del invento o producto más recientes. No obstante, si no se actualiza el equipo en el momento justo, se nota una progresiva lentitud e incluso puede quedar obsoleto. Esto puede repercutir directamente en una conexión del tipo rural.

Se deben actualizar los equipos únicamente cuando lo exija la actividad, sin embargo es importante que el personal encargado se mantenga informado sobre las nuevas versiones de productos y las innovaciones a medida que se presenten.

Como norma general, sólo se debe comprar lo que haga falta para el sistema, de esta manera, es posible ajustar presupuestos y controlar gastos de forma eficaz. Lo que está fuera de toda duda es que el software varía a la par que avanza la tecnología y se desarrollan nuevos modos de finalizar una tarea y lograr nuevas aplicaciones.

1.4 VARIABLES DE MEDIO AMBIENTE ESPECÍFICO

Proveedores y equipamiento

Un elemento fundamental del plan de informatización es la selección de los equipos. A pesar que los miembros de la comunidad rural o el telecentro desde donde se realizará la conexión no sean expertos en el tema de las redes y sus equipos, debe comenzar a conocerlos para saber qué se está proveyendo y por qué.

Además se debe conocer a los proveedores de los equipos o en caso de estar en comunidades muy alejadas tener procedimientos de revisión o tener una forma de comunicar los problemas a un soporte técnico que pueda llegar a la comunidad a solucionar el inconveniente.

Capacitación

Será necesaria una capacitación para los pobladores que hagan uso del sistema de comunicación y especialmente de las personas encargadas de salvaguardar la integridad del sistema.

El miedo a lo desconocido en nuevas tecnologías muchas veces genera la desconfianza. Se deberá tratar de incrementar el entusiasmo de los pobladores a hacer uso de las nuevas tecnologías que se brinden en las comunidades rurales.

Indiscutiblemente el aspecto de la capacitación a los encargados de salvaguardar el sistema de telecomunicaciones es primordial ya que estas personas serán el nexo principal entre la nueva tecnología y su aplicación en las actividades rurales como por ejemplo la telemedicina.

Acceso

Es importante que se le indique a la comunidad los trabajos que piensan hacerse y los alcances que se buscan. Además explicar los motivos y el bien que acarreará crear un sistema distinto al que ya se posee, resaltando las mejores a producirse.

En el caso de los establecimientos de salud rurales donde se aplicaría específicamente el inicio de los sistemas de comunicación, se deben realizar reuniones con todo el personal para comentar puntos y objetivos. Conjuntamente especificar los beneficios que se obtendrán en pro de la mejora del establecimiento de salud y el nivel de salud en la zona.

Valor agregado

Para lograr que el sistema no quede obsoleto, o encasillado a un solo objetivo se deben buscar servicios variados que puedan hacer uso de la plataforma a diseñar. Mientras mayor uso se haga del sistema de telecomunicaciones, será posible obtener mayores beneficios para la comunidad.

Una plataforma bien llevada de telecomunicaciones, con un buen uso y desarrollo en el sector de la salud puede servir como base para proporcionar el levantamiento de la teleeducación y el comercio a distancia, lo que trataría de buscar un autosostenimiento del sistema.

1.5 VARIABLES DE MEDIO AMBIENTE ORGANIZACIONAL

Tecnologías a usar

Hay numerosas tecnologías disponibles en la actualidad. Se debe buscar las que sean la mejor opción para la zona que hemos elegido. Deberá recordarse que en el tramo de Puerto Maldonado a Ñapari se tienen distintas etapas, en algunos casos con línea telefónica, en otros casos a lo largo de la ruta se tienen postes de luz que pueden servir de alguna manera u otra a la red. Las distintas variantes del terreno también influirán directamente en caso de elegir comunicaciones inalámbricas y las características eléctricas propias de cada localidad serán muy importantes en la elección de tecnologías.

Recursos humanos

Un punto importante será la manera de asignar recursos económicos para la capacitación del personal que controlará exclusivamente el sistema. La forma en que se asignen estos recursos repercutirá directamente en que tan buena sea la capacitación del personal dentro del establecimiento de salud.

Además de esto, será importante asignar recursos para el cuidado de equipos e infraestructura. La previsión en cuanto a antivirus al software, etc.

Propósitos

Será importante tener una reunión con los directivos de la Dirección Regional de Salud y de los Hospitales principales para compartir opiniones, analizar sugerencias y principalmente saber lo que la propia región necesita.

Aparte de analizar en esta investigación las necesidades de la región y del sector salud, será valioso conocer los requerimientos de las mismas personas que usarán el sistema.

1.6 VARIABLES INTERNAS

Acceso a servicios de telecomunicaciones en las zonas rurales

En las distintas localidades visitadas dentro de la población de Madre de Dios se pudo observar el problema general del acceso a los servicios de telecomunicaciones. Salvo la capital, Puerto Maldonado y algunas ciudades cercanas o importantes, el resto no poseían una red telefónica completa. En el caso del acceso a Internet, había muchas cabinas públicas en la capital, pero a lo largo de la ruta en estudio no se encontraron mayores lugares de acceso, salvo el pueblo de Iñapari donde al ser fronterizo, la gente podía salir a Internet a través de Brasil.

Dificultad para acceder a las zonas rurales

En el circuito Puerto Maldonado – Iñapari se tiene una carretera que une ambas localidades. Se trata de una carretera afirmada que cubre la distancia entre ambas localidades, aproximadamente unos 244 kilómetros. Esta carretera es una de las dos únicas carreteras de penetración que posee Puerto Maldonado, la otra es a la que se accede desde el departamento del Cuzco, la cual es la más importante de la región.

Cabe indicar que la principal característica de esta vía es que su circulación es muchas veces interrumpida en épocas de lluvia lo que produce un incremento de los precios de los productos y el desabastecimiento de otros. Esto repercute directamente en distribución de productos de salud o traslado de información importante entre los establecimientos de salud.

Los centros de salud que se tratará de interconectar están ubicados relativamente cerca a esta carretera y se tiene un relativamente fácil acceso a ellos. El tiempo que se demora en ir de Puerto Maldonado hasta Iñapari es de aproximadamente 5 horas.

Crecimiento rural

Se da un crecimiento de población en las zonas pero este crecimiento no es directo con el crecimiento de los servicios de salud. Para nuestro caso se pone como ejemplo que ante emergencias, el personal encargado de salud es escaso para atender a la cantidad de personas por zona donde se encuentran los establecimientos de salud y también cuando se debe salir a emergencias. Incluso debido a la escasa información manejada en zonas alejadas, muchas veces no es posible tener datos exactos de la dinámica poblacional, tasas demográficas y unidades poblacionales sin un estudio exhaustivo que incluya numerosas movilizaciones muchas veces para obtener datos simples y comunes.

El acceso de la población a buenos establecimientos de salud

En la mayoría de los puestos de salud a lo largo de la ruta, el encargado es personal técnico, pero muchas veces los problemas que se suscitan requieren gente más experimentada. Hay veces en que no se cuenta con medios para que estos encargados puedan realizar consultas hacia hospitales o centros de salud con gente especializada. Ante esto los pobladores quedan en manos de gente con conocimientos medianos y no expertos en la materia.

Debido a las distancias y las dificultades para el acceso a las zonas los expertos ven imposibilitado un viaje hasta estas áreas o en caso de darse, las visitas demorarán. Si se trata de una consulta simple es posible explicarse por algún medio de voz o datos, con simples llamadas o comunicaciones. En caso de ser algo de emergencia se puede mantener una comunicación para que se vaya realizando una rutina de prevención hasta que llegue el especialista. Los pobladores quedan en manos de gente con conocimientos medianos y no especialistas.

Imposibilidad de realizar toma de decisiones

Similar al caso anterior pero con la diferencia de que podría darse en un caso urgente y que se esté aplicando una operación o una determinada situación de emergencia, se puede dar la necesidad de tomar una decisión crítica y es muy importante realizar la consulta con un establecimiento de salud de mayor rango donde se den indicaciones o de procedimiento o de traslado del paciente. No se cuenta en la mayoría de los puestos con sistemas de este tipo. En algunos casos se tienen radios sin embargo muchas veces éstos no están disponibles todo el día.

1.7 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de las telecomunicaciones ha permitido a las pequeñas y medianas empresas, en los últimos tiempos, crecer para competir en la economía mundial. Asimismo, permiten que los gobiernos y los institutos académicos y de investigación aprovechen la riqueza de la información, la educación, las bibliotecas y las "redes de conocimientos" en línea, que ya son accesibles a través de las redes informáticas.

Este aprovechamiento es necesario también en las zonas rurales y remotas, que necesitan estos servicios, que corresponden a los que se ofrecen en las metrópolis, para compensar el aislamiento geográfico y cultural. Sólo entonces aprovecharía plenamente la comunidad mundial el potencial de las telecomunicaciones como instrumentos del desarrollo sostenible y del desarrollo de los recursos y de los mercados potencialmente inmensos que representan las poblaciones rurales de los países en desarrollo.

En la región de Madre de Dios hemos encontrado una serie de factores que limiten un buen despertar de la telemedicina como son las variables internas descritas anteriormente. Se debe buscar sortear estos obstáculos y buscar el acceso de las zonas rurales a las nuevas tecnologías de información.

Es importante generar este proceso de análisis y diagnóstico previo a un diseño de sistema de comunicaciones debido a que los procesos actuales generan afectaciones implicadas directamente en la salud de la región. Estas implicaciones son necesarias a considerar en el eventual diseño de red que venga después del proceso de análisis que se plantea y que debe partir de la propuesta de diseño a la que se llegue finalmente.



CAPÍTULO 2
MODELO TEÓRICO Y DE ANÁLISIS A SEGUIR

2.1 EL ESTADO DEL ARTE

2.1.1 Presentación del asunto en estudio

La interconectividad de las zonas rurales entre ellas y con zonas urbanas es un tema de primera importancia en el desarrollo de temas de distinto índole como es el caso de la salud o la educación.

La presente investigación mostrará un panorama actual de las tecnologías de información y comunicaciones y diversas aplicaciones de éstas, buscando aplicarla al proyecto general de investigación en la región de Madre de Dios.

Inicialmente se tratará lo concerniente a la conexión de zonas rurales y su incorporación a una sociedad en base a la transmisión de información. Luego se tratará la actualidad de la Sociedad de la Información y los intereses y necesidades generados por ésta.

Seguidamente se abordará el tema de las tecnologías de información y comunicación. Un análisis detallado de la actualidad de éstas, sus presentes objetivos, algunos ejemplos de su operación y su papel frente a la salud.

Finalmente se mostrarán distintos tipos de aplicaciones. En primer lugar se mostrarán las conexiones inalámbricas y otras alternativas tecnológicas para apoyar el desarrollo rural y posteriormente se incidirá en el punto de telemedicina y las redes en hospitales que son importantes para el desarrollo de nuestro análisis en la región de Madre de Dios.

A través de este estudio se descubrirá la importancia del uso de las tecnologías de información y comunicaciones en el desarrollo rural, las ventajas de su empleo aplicaciones concretas de casos ya realizados en bien de distintas comunidades en ámbitos de distinta índole y ejemplos que podrían ser aplicables en el sector salud de la región de Madre de Dios.

2.1.2 El Estado de la Investigación

La Sociedad de la Información

Según Luis Bonifaz, ex-director de FITEC (Fondo de Inversión en Telecomunicaciones del Perú), el objetivo principal de lograr la conexión de las zonas rurales del Perú es incorporarlas a la sociedad de la información. Esta conexión de las zonas rurales no debe quedarse solo en el acceso a Internet sino también en lograr que los usuarios lleguen a colocar páginas web, poder manejar cuentas de correo y tener una capacitación inicial básica.

El miembro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, Javier Echeverría, relaciona la Sociedad de la Información con las tecnologías de información y comunicaciones indicando que éstas posibilitan la construcción de un nuevo espacio-tiempo social en donde puede desarrollarse la Sociedad de la Información.

José Antonio Mayobre, catedrático de la Escuela de Comunicación Social de la Universidad Católica Andrés Bello en Venezuela, declara que en países con alta zonas rurales, como es el caso de los países de América Latina, hay una resignación generalizada a aceptar la dependencia y que no se considera, de ninguna forma, prioritario el participar en la Sociedad de la Información. Se debe asumir la realidad actual y futura de la Sociedad de la Información y actuar con rapidez para determinar nuestros propios intereses y necesidades y proceder en consecuencia, adaptando las TIC a la búsqueda de soluciones para esas realidades.

A pesar de todo, los diversos autores y estudios están de acuerdo en algo: La mejor manera de conseguir la incorporación de las zonas rurales a una sociedad de información y conocimientos y a costos mucho menores es utilizando Tecnologías de Información y Comunicaciones, TIC.

Tecnologías De Información Y Comunicaciones (TIC)

En los últimos años, ha tomado fuerza el tema de la aplicación de las TIC para impulsar el desarrollo rural y se han destinado a ese cometido cantidades considerables de esfuerzos y recursos, tanto públicos como privados. Pese a todo, las poblaciones rurales permanecen aún, en su mayoría, excluidas de los beneficios de la revolución digital o limitadas de hacer uso efectivo de dichas herramientas.

Yoshio Utsumi, secretario general de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), en su mensaje por el Día Mundial de las Telecomunicaciones del año 2004 precisó que unas comunicaciones fiables y asequibles forman parte de los instrumentos eficaces para combatir los problemas mundiales. Las TIC no bastan para alimentar al hambriento, erradicar la pobreza o reducir la mortalidad infantil, pero son un catalizador cada vez más importante del crecimiento económico y la equidad social; facilitando además la producción, diversidad y distribución agrícola, ofreciendo también la posibilidad de proporcionar servicios de salud básicos a los más necesitados que viven en zonas en las cuales las instalaciones de atención sanitaria son muy escasas o inexistentes.

La UIT participó también en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) donde se acordó la Declaración de Principios y el Plan de Acción para servicios y aplicaciones de las TIC y donde se coincidió la importancia de éstas como requisito esencial para una sociedad de la información abierta a todos y se definieron objetivos de trabajo para los años posteriores. Estos objetivos son de los más relevantes e importantes ya que influyen directamente en campos como la telesalud, y la teleeducación.

Un caso de la aplicación de las TIC se refiere al K-Net, un programa desarrollado para una nación aborígen al noroeste de Canadá, una comunidad llamada Keewaytinook Okimakanak. La red suministra apoyo al desarrollo de aplicaciones en línea combinando servicios de vídeo, sonido y datos, que requieren soluciones de banda ancha y conectividad de alta velocidad. Esta antología de estudios de caso contiene una introducción y cuatro estudios de caso especializados que abarcan el desarrollo de redes, educación, salud y desarrollo económico.

Las comunidades Keewaytinook Okimakanak son parte de la nación Nishnawbe-Aski, situada al norte de Ontario, cubriendo una superficie semejante al tamaño de Francia. Nishnawbe-Aski cuenta con una población de unas 25.000 personas, la mayoría de las cuales son aborígenes que viven en comunidades alejadas de 300 a 900 habitantes. Para muchas comunidades, la única forma de acceso desde los alrededores para entrar o salir del área es con avionetas.

Lo que el K-Net ha logrado en menos de una década en términos de desarrollo de redes e infraestructura técnica es impresionante: varias comunidades han pasado de poseer hace cuatro años un teléfono cada 400 personas, al acceso en la actualidad a

servicios de banda ancha desde sus hogares. Existen pocas comunidades rurales en Canadá --y pocas de las más alejadas, en particular-- que hayan experimentado una transformación tan importante en tan corto período de tiempo.

Otro caso de aplicación de las TIC lo encontramos en Asia. Los trabajadores de fábricas que viven en un vasto estado industrial de China llaman a sus hogares utilizando un tipo de tecnología inalámbrica aplicado en un lugar común. Los obreros caminan una corta distancia en el estado de Dongguan, en la provincia de Guangdong, hasta una choza de madera que alberga un centro de comunicaciones instalado por el operador de telefonía móvil China Unicom. Allí, envían correos electrónicos y hacen llamadas baratas a sus familiares en lejanos pueblos utilizando tecnología inalámbrica de Internet proporcionada por una firma canadiense, Wi-Lan.

El director de ventas de Wi-Lan en Asia y el Pacífico, Kia Chong, expresó que Wi-Lan había instalado 137 estaciones-base relacionadas con 324 lugares remotos para China Unicom en Guangdong durante la primera fase del contrato desde mayo de 2003. Bajo la segunda fase, instalará otras 120 estaciones base conectando 350 localizaciones remotas. La compañía de Toronto, que tiene un valor de mercado de 85 millones de dólares estadounidenses, obtiene entre el 15 y el 25 por ciento de sus beneficios de la región de Asia y Pacífico.

Dentro de este contexto es valioso mencionar la importancia que tienen las TIC para enlazar el desarrollo de nuevas tecnologías con el impacto que pueden tener en bien de la salud. Generar una Sociedad de la Información que incluya el desarrollo de aplicaciones en bienestar de la población en general y la mejora de la salud.

El papel de las TIC frente a la Salud

En los últimos años, ha tomado fuerza el tema de la aplicación de las TIC para impulsar el desarrollo de la salud en el área rural. La importancia de ampliar las coberturas de salud haciendo uso de nuevas y variadas tecnologías así lo demuestran.

El doctor e ingeniero H. Daniel Patiño, coordinador del programa estratégico especial de las TIC en Argentina nos dice que uno de los objetivos de las TIC frente a la pobreza es tratar de mejorar la conectividad y el acceso a la información desarrollando plataformas y sistemas inteligentes abiertos para educación (e-learning) y salud (telesalud).

El filósofo y educador Edilberto Portugal plantea una manera de trabajar con la población rural en el ámbito del uso de las TIC en bien de su salud tratando de no hacerlo de forma repentina: “Incorporar nueva tecnología en forma abrupta equivale a invadir las mentes y colonizar los espacios culturales. Es imperativo, por lo tanto, que la intervención externa se mueva con un estilo de acompañamiento que implica dejar de lado las formas tradicionales de transferencia de conocimiento y siempre consultando a la población.”

Ana María Chiroque Luján, licenciada en ciencias de la información y especialista en el tema de las TIC coincide con la idea de que no debe tratarse abruptamente la implementación de una nueva tecnología y agrega que la comunicación en salud se caracteriza por ser tanto un proceso de relaciones y aprendizaje permanente como un proceso de interacción y diálogo entre los ofertantes de salud (servicios) y los demandantes (clientes), con la finalidad de influir y lograr estilos de vida saludables.

Las conexiones inalámbricas y otras alternativas tecnológicas para apoyar el desarrollo rural

Aunque en un principio en gran medida se asoció a las tecnologías inalámbricas con una alternativa restringida a grupos elitistas, de gran poder adquisitivo o simplemente vanguardistas, las redes inalámbricas han pasado a formar parte de la vida cotidiana de las personas y empresas en todo el mundo. El auge de las tecnologías inalámbricas -celular, comunicaciones personales, ‘bucle local inalámbrico’ (WLL) y sistemas satelitales – se está dejando notar también en áreas urbanas pobres y en áreas rurales. El número de abonados a servicios de telefonía celular actualmente crece a una tasa de entre 30 y 50 por ciento anual en todo el mundo, y a una tasa de 150 por ciento en África, según datos del Banco Mundial

Telefónica de España hace un claro análisis de ambos escenarios tecnológicos, en el que se apuntan las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. "Mientras que en las redes tradicionales, la información viaja fundamentalmente a través del cable, en las redes inalámbricas el medio de transmisión es el aire, lo que plantea una serie de ventajas e inconvenientes. Respecto a la rapidez y la capacidad, las redes cableadas permiten anchos de banda mayores (la mayor parte de hasta 100 Mbps, frente a los 11 Mbps que ofrecen las redes inalámbricas en general y en las más extendidas se está incrementando a 54 Mbps). La red inalámbrica no requiere obra civil, lo que simplifica en gran medida su puesta en marcha; además, permite aumentar el número de

usuarios sin necesidad de infraestructura adicional. Por el contrario, exige una planificación de las zonas de cobertura y sus frecuencias".

“En los últimos años varios promotores de Internet rural empezaron a trabajar con la tecnología WI-FI. En este momento la tecnología WiFi aparece como la mejor solución para la conexión a Internet de comunidades rurales, por ser apropiada en función y topología, genérica, muy económica, y en general confiable. Ya tenemos en el Centro Alternativo Rural El Limón (CAREL) de la provincia sur de Ocoa de República Dominicana, una experiencia exitosa, aunque a veces problemática, con acceso a Internet por WI-FI, en seis comunidades rurales” comenta Jon Katz, escritor que se ha especializado en el desarrollo social y político de la Internet.

El caso del CAREL es muy importante, El Limón es una comunidad humilde de 75 familias y 400 habitantes, cuya mayor fuente de ingresos se centraliza en la agricultura extensiva. El acceso a Internet de El Limón fue instalado hace 5 años con el fin de facilitar la instalación de un sistema hidroeléctrico comunitario. El enlace de Internet consiste en dos radios digitales de marca FreeWave de 900 MHz y servicio dial-up en la ciudad de San José de Ocoa, 6 km distante. Un repetidor está ubicado en la loma. Estos radios fueron lo mejor de su época, son sumamente confiables, pero sólo ofrecen un enlace serial de 64 kB. Posteriormente los radios de FreeWave fueron reemplazados con un enlace de Access Points y Workgroup Bridges (Cisco 340, donado), y un servicio ADSL instalado en Ocoa. Por primera vez Limón tiene servicio telefónico con VoIP, con el uso de un adaptador telefónico CISCO ATA-186, un gateway Wellgate 3802, y software de gatekeeper telefónico open source GNUGK. El sistema va a ser extendido a otras tres comunidades, y se espera sea un modelo nacional y internacional muy importante.

Además de tecnologías del tipo WI-FI, se dan casos de uso de las tecnologías satelitales y de radioenlace para la llegada de la información a las zonas rurales. En Kafanchan, Nigeria la Fundación Fantsuam, acaba de anotarse otro record en programas rurales de TIC. A principios del 2004, Fantsuam inauguró una instalación VSAT que ofrece acceso a Internet conectando computadoras a un satélite. Dadas las circunstancias, en las que no es factible ningún otro tipo de conexión, la VSAT se puede instalar con relativa rapidez y es de fácil manejo. La VSAT de Fantsuam brinda la primera oportunidad de acceso a Internet en la zona rural del estado de Kaduna, y quizá en el área rural de toda Nigeria, y ya está generando una serie de servicios adicionales.

La nueva instalación de Internet ha llevado a Fantsuam a conseguir el permiso de operar una Academia Cisco en Bayanloco, el único instituto de este tipo que hay en la zona rural de Nigeria. Fantsuam trabaja ahora con Conectividad África para investigar cuáles son las opciones inalámbricas de bajo costo, con el fin de llevar la conectividad a las escuelas rurales y las instituciones de la salud en la zona de Kafanchan.

Otro ejemplo se tiene en la fundación Jhai PC and Communication System. La Fundación Jhai tiene la reconciliación como su objetivo principal. Promovida por Lee Thorn, un veterano de la Guerra del Vietnam, está haciendo todo cuanto puede por el acercamiento entre EE.UU. y las castigadas naciones indochinas. Su último programa ha tenido la idea de promocionar la implantación de Internet en Ban Phon Kham, Laos, según el cual se prevé la implantación de un sistema de generación de electricidad por medio de una bicicleta.

Un caso por demás interesante es el de las llamadas “Computers on Wheels” (COW), es decir computadoras sobre ruedas. Este es un proyecto que ofrece servicios de Internet a aldeanos iletrados en Mahboobnagar, Andra Pradesh, India. Se trata de un sistema móvil de transmisión de información; una persona capacitada, dotada con una computadora portátil, visita las aldeas con una motocicleta, para ofrecer asesoría en administración agrícola y salud. El proyecto hasta ahora ha llegado a 8000 personas en 8 aldeas.

En Jarabacoa, República Dominicana, dos comunidades rurales (Jumunuco y Los Calabazos) fueron conectadas hasta un servicio telefónico de Internet ADSL. La comunidad de Jumunuco tiene algunos fondos extranjeros para su proyecto de agricultura orgánica, y la agencia quiere auspiciar una conexión de Internet. Los Calabazos tiene un proyecto ecoturístico, pero sin financiamiento disponible. Una repetidora fue instalada encima de la loma El Mogote, en cooperación con un dueño del servicio de radio de voz, quien ya tiene una torre y una fuente de energía eléctrica en la misma loma. El concepto fue el de incluir servicio comercial de Internet para subsidiar el servicio comunitario.

Telemedicina y Redes en Hospitales

La motivación y la comisión con la telemedicina en países en vías de desarrollo son muy fuertes. Esta motivación es movida a menudo por una buena voluntad de pagar

los sistemas que se espera mejoren resultados de la salud y logren costes médicos más bajos en el largo plazo.

Yasuhiko Kawasumi, director general del departamento de planificación de Japan Telecom en Tokio, dice: “los servicios de telemedicina se pueden percibir como de mayor necesidad en países en vías de desarrollo que en los países ya industrializados, dando por resultado una mayor voluntad de cambiar métodos establecidos de interacción del doctor-paciente y de administración del cuidado médico.”

El director agrega: “La telemedicina y los usos del cuidado de la salud no se limitan exclusivamente a los servicios costosos y altos de la banda ancha. Mientras la comunidad médica local sigue motivada y confiada a los programas de telemedicina que ponen en ejecución y de la telesalud, hay una amplia gama en subsidios de enfermedades que pueden ser alcanzadas con la supervisión y el diagnóstico remoto, puentes de comunicaciones multimedia del paciente a distancia urbana y la difusión de la información de la salud a través de la radio y televisión.”

Se puede considerar desde dos puntos de vista los distintos tipos de aplicaciones de las tecnologías de información en las redes hospitalarias, una red WAN de un hospital a distintos puntos (postas, clínicas, etc.) o una red LAN interna en nuestro hospital.

Un caso de implementación wireless en hospitales los tenemos en el Hospital Central DuPage en Chicago. Durante la década pasada el hospital incrementó su red wireless usando el estándar 802.11b a través de “access points” de Cisco creando dos redes virtuales locales, una para que los empleados (médicos, enfermeros, etc.) puedan acceder a aplicaciones basadas en web en dicha red o de otras como por ejemplo en San Francisco. La otra red virtual es usada para que investigadores usen su propio hardware para lograr acceso a distintas aplicaciones.

De todas maneras, dos redes inalámbricas no eran suficientes para el hospital por lo que se ofreció WI-FI para pacientes y visitantes. “Era lógico dar este tipo de beneficios a los pacientes” comenta Dave Printz, un director del hospital. “Debemos estar en un mundo donde todos puedan acceder a Internet en cualquier lugar”.

Un caso interesante se da en Sacramento en el UC Davis Medical Center (UCDMC). En este centro se han reducido los elementos tradicionales de comunicación como los

teléfonos cambiándolos por celulares del tipo WI-FI y el uso de VoWI-FI (Voice over WI-FI).

“En los próximos años planeamos reducir las líneas telefónicas en un 40% y los localizadores en un 90%” comenta Lisa Trask, enfermera y directora adjunta del UCDMC, “la Banda Ancha es de principal importancia para nosotros y estamos implementando la tecnología 802.11g el año entrante”. La VoWI-FI es usada en Registradores Médicos Electrónicos (RME) que reciben entradas para poder guardar datos y documentación clínica usando interfaces de voz-lógica a través de las cuales los médicos hacen dictados de manera directa.

El “Eastern Montana Telemedicine Project”, dirigido por el Deaconess Medical Center ubicado en Montana, Estados Unidos, consiste en unir cinco pequeños hospitales rurales y postas médicas con especialistas médicos en Deaconess. El director del proyecto, Jim Reid, dice: “Son tres las aplicaciones que se quieren lograr, primero el lograr consultas rápidas entre zonas rurales y urbanas; segundo, continuar con la educación médica en el sistema que se posee finalmente lograr mostrar las aplicaciones a la comunidad rural”.

El sistema usado es un enlace de video comprimido a través de líneas telefónicas con enlaces de capacidad de 384 kbps para video y el mismo valor para los enlaces de datos. Además de esto se poseen dos monitores, dos cámaras de video, un sistema de audio, dispositivos de control, tablas de gráficos y una interfase de telefax.

Por otro lado, el continuo crecimiento de la tecnología de las telecomunicaciones afecta directamente a estas redes, por ejemplo, a través del uso de puentes Ethernet, punto a punto, el Central State Medical Center ubicado en Freehold, N.J. logra interconectar 263 camas de hospital, junto a un centro de rehabilitación y una clínica de salud.

2.1.3 Síntesis

El crecimiento de las telecomunicaciones y las distintas tecnologías que posibilitan su avance, han logrado que se pueda llegar a lugares muy alejados, de la mano de empresas grandes y organismos gubernamentales, no sin dificultades de distinta índole.

Los desafíos principales para lograr este desarrollo van por el lado regulatorio, financiero, social pero principalmente tecnológico. La geografía de las zonas rurales pone muchas trabas al desarrollo de infraestructura y hay que aún adaptar la tecnología a dicha realidad. Asimismo es necesario avanzar hacia el desarrollo de dispositivos de conectividad que realmente estén al alcance de las familias que habitan las zonas rurales y que estos dispositivos puedan ser reparados localmente a través de técnicos debidamente entrenados para ello.

Pero es un hecho que la necesidad de llegar a las zonas más alejadas y poder intercomunicarnos con ellas es necesaria para poder lograr una sociedad de información completamente abierta. Se requiere para ello acciones conjuntas del sector privado y los institutos de investigación.

Sin embargo, la idea de lograr difundir las telecomunicaciones a zonas rurales es no solo lograr que éstas accedan a la sociedad de la información de la que disponen las zonas urbanas sino también observar el objetivo de esta difusión. Muchos proyectos han intentado avanzar y desarrollarse pero analizando el consumo de los logros, (creación de páginas web, ideas para comercio electrónico, portales comunitarios, etc.) desde el punto de vista de personas fuera de la comunidad y no de la comunidad en sí.

Se cumple el propósito de difundir información de la comunidad hacia el exterior pero no de comunicar esa misma información al interior de la propia comunidad. No se conocen ejemplos de campesinos accediendo a su página web para saber el precio de la papa en su mercado, porque caminando hacia la localidad más cercana ya lo averiguaron directamente.

Finalmente es importante buscar aplicaciones concretas para las telecomunicaciones rurales. En este aspecto se ha planteado el uso de la tecnología inalámbrica en redes hospitalarias, tanto de una forma local como de forma extensa. Las redes hospitalarias deben tratar de ser una prioridad en las telecomunicaciones rurales ya que es un aporte directo del desarrollo de las tecnologías en este tipo de ambientes.

2.2 MODELO TEÓRICO

El desarrollo del sistema de comunicaciones que se desea para la región de Madre de Dios debe estar basado en tecnologías modernas y fácilmente adaptables a las características propias de la zona.

Debe ser posible llevar cualquier tipo de información a las zonas más alejadas, contribuyendo de esta manera a la creación de la sociedad de la información que es tan necesitada en zonas apartadas.

La aplicación de las tecnologías de información y comunicaciones permitirá un desarrollo creciente en la región, haciendo uso de equipos novedosos en las comunidades o que puede despertar interés en la población con el objeto de capacitarse para poder tener facilidad de acceso a estas nuevas técnicas.

Junto al desarrollo tecnológico, la telemedicina crecerá logrando un incremento en la calidad de salud de la población y posibilitando el uso de sistemas de información en red totalmente interconectado entre los distintos centros de salud.

Este desarrollo de la tecnología en zonas rurales conllevará un creciente interés por las empresas, además de que permitirá abrir paso a nuevas formas de aprovechamiento de las telecomunicaciones rurales.

El análisis previo permitirá tener la idea clara y precisa de las necesidades de la región de Madre de Dios en el área de la salud así como los procesos de información que son establecidos.

El diagnóstico posterior nos sentará las bases para elaborar los diseños de red de comunicaciones en la región. Además presentará las estrategias necesarias para el establecimiento de redes de comunicación en zonas rurales.

La implantación de un servicio de este tipo basado en una serie de temas obtenidos en investigación y otros en cuanto a requerimientos de las distintas áreas de los establecimientos de salud generará una mejora en el proceso de información y en la atención a la comunidad, contribuyendo a elevar el nivel de la salud.



Figura N° 2.1 “Modelo Teórico de la Investigación”

2.3 MODELO DE ANÁLISIS

Para la elaboración de un correcto proceso de análisis y un posterior diagnóstico, se procederá de acuerdo a lo que se indica a continuación.

2.3.1 Pasos a seguir para el proceso

En un inicio se observará una visión general de las comunidades rurales y características propias de las regiones donde se encuentran, así como la factibilidad del uso de las TIC en dichas zonas y el por qué se hace uso de ellas.

La importancia y estado actual de la telesalud en el Perú será analizada también, observando diversos proyectos que se estén dando para observar el estado de la salud unida con las telecomunicaciones.

Con respecto a la región rural donde se plantea el análisis, es necesario conocer sus datos estadísticos y sociales, así como también a las autoridades relacionadas al tema de nuestro análisis. Además extraer la mayor cantidad de información sobre la organización de la información de la salud.

Posteriormente se verá la necesidad de un estudio de diversas tecnologías que pueden ser usadas en telecomunicaciones rurales, sacando los datos más relevantes de éstas. Luego se podrá diagnosticar la mejor opción para ser aplicada en la región de Madre de Dios.

El estudio de la región y de la organización de la salud nos arrojará diversos parámetros que serán enfocados como elementos de solución en el sistema además de poder brindarnos los factores a considerar en la tecnología elegida.

Finalmente, y tras un diagnóstico para la parte de seguridad y la parte eléctrica del proyecto, se llegará a una propuesta de diseño que debe quedar servida para iniciar desde ese punto un diseño de red en la región.

2.3.2 Estudio de Campo

El estudio del entorno donde se desarrollará un proyecto rural es importante pero no imprescindible. Sin embargo un reconocimiento le agrega valor al proyecto rural y nos permite conocer como es el contexto de la región realmente además de que permite conocer diversos requerimientos de la zona, difíciles de encontrar en documentos. Muchas veces desde lejos se pueden planear muchos esquemas preliminares de diseño, sin embargo, estando en el lugar de los hechos las cosas pueden resultar distintas además que los datos que se pueden obtener son reales.

Al realizar la visita, es necesario contactar con las autoridades locales según el rubro en el cual va a encajar nuestro sistema de comunicaciones, pudiendo ser ministerios, gobiernos regionales, autoridades eclesiósticas, direcciones tanto de salud como de educación, empresas comerciales, etc. Estos contactos son necesarios porque permiten el acceso a distintos documentos, archivos diversos, etc.

Para nuestro caso, al ser el análisis de los sistemas de comunicación en el sector salud, fue necesario contactar con la Dirección Regional de Salud de Madre de Dios (DIRESA), organismo que ha asumido el compromiso de mejorar el nivel de salud de la población, garantizando el acceso a los servicios de salud, brindando una atención de calidad a los usuarios.

Además se tuvo un acercamiento con el directorio del Hospital Santa Rosa, hospital principal de la región Madre de Dios con el fin de conocer el principal establecimiento de salud y poder conocer los sistemas de información que posee.

2.3.3 Levantamiento de documentación

Los primeros documentos a revisar deben estar relacionados a conocer la localidad y esto es logrado en función a los mapas. Es posible obtener en el Instituto Geográfico Nacional las cartas topográficas de las regiones en el Perú. En base a estas cartas uno puede ir dándose una idea de la zona de estudio. Además es necesario, con el fin de conocer la organización política de la zona.

Luego de conocer a través de los mapas la zona en estudio, es necesario recopilar información anticipadamente. Algunos documentos son necesarios como fuente de búsqueda y otros tan sólo como accesorios para posteriores investigaciones.

En el caso de la región de Madre de Dios se consultaron los mapas respectivos además de tener acceso a distintos documentos, entre ellos el Plan Concertado de la Región Madre de Dios, documentación del MINSA sobre el Sistema Nacional de Salud, encuestas demográficas y de salud, etc.

Es en base a estos documentos que se puede tener una idea a gran escala de la zona rural a trabajar, tratando de ubicar sus ventajas para aferrarse a ellas y mostrando las desventajas que se están presentando para tratar de que sean corregidas. Esto será completado con el viaje a la región para buscar datos concretos y reales. En todo prediseño a un sistema rural, es importante llegar al sitio para comprobar que es posible aplicar todo lo que se plantea previamente.



CAPÍTULO 3
EL ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOGIDOS

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Antes de iniciar cualquier trabajo de telecomunicaciones en un área rural, es importante, como un primer paso, conocer el lugar donde se va a trabajar. Saber su ubicación y principales características y actividades. El conocer sus distintas características socioeconómicas, geográficas, climatológicas, formas de acceso, infraestructura energética, de distribución de población, etc. nos brindará información útil para poder definir el tipo de tecnología rural a usar.

Algunas características generales que encontramos en las regiones donde se planean aplicar las tecnologías para telecomunicaciones rurales son:

Socioeconómicas

- Bajo nivel de actividad económica.
- Bajos ingresos por habitante.
- Bajos niveles de escolarización.
- Escasez de servicios públicos.

Geográficas

- Condiciones topográficas difíciles, alta cantidad de ríos o lagos lo que lleva a la dificultad de establecer redes de telecomunicación.

Climatológicas

- Condiciones climáticas rigurosas que afecten a los distintos equipos usados.
- Clima cambiante, estaciones de lluvia de imprevisto, etc.

Formas de Acceso

- Dificultad en el acceso a las distintas comunidades rurales.
- Poca cantidad de carreteras con las cuales se pueda interconectar a la población.
- Falta de transporte regular.

Infraestructura energética

- Escasa infraestructura energética.
- Poca capacidad para llevar electricidad a toda la región rural.
- Disponibilidad de horarios de fluido eléctrico donde debería ser constante.

Distribución de Población

- Baja densidad de población
- Asentamientos dispersos, generalmente distanciados de los centros urbanos.

3.2 DIFICULTADES SOCIOECONÓMICAS

Se definen ahora una serie de ideas o conceptos que podemos encontrar en regiones rurales a manera de obstáculos donde se ve la necesidad de implantar una tecnología de información y comunicaciones. Es a través de estas ideas que ubicaremos la necesidad de Madre de Dios para el desarrollo y uso de TIC. Estas tecnologías deben contribuir a combatir estos obstáculos en la manera que se presenta a continuación.

➤ *Baja actividad económica*

La tecnología debe posibilitar la instalación de redes de comunicaciones donde no se requiera grandes inversiones en infraestructuras, además que los costos de instalación, operación y mantenimiento deben ser bajos porque en caso contrario se crearía un obstáculo más para la región, en este caso económico.

➤ *Bajos niveles de escolarización y alfabetización*

Por esta razón el uso y mantenimiento de los terminales, equipos, accesorios, etc. deben ser lo más sencillo posible. Una capacitación a los futuros usuarios será necesaria.

Además será fundamental que se tengan manuales de funcionamiento de equipos, así como manuales de usuario y la documentación necesaria en idioma local.

➤ *Ausencia o escasez de instalaciones y servicios públicos*

Este punto se refiere a un suministro de electricidad por ejemplo. La inexistencia de un suministro eléctrico condicionará la prestación del servicio de telecomunicaciones, haciendo que, en muchas ocasiones, sea necesario instalar sistemas para proveer de energía a los equipos y terminales.

➤ *Falta de carreteras de acceso o transporte regular*

La tecnología debe posibilitar un diseño donde se requieran los equipos menos aparatosos para poder facilitar su transporte. Asimismo se debe evitar tener partes móviles y tratar de llegar a una implementación modular.

Por otro lado, ante la dificultad y el alto costo que podría implicar el transporte de un técnico a la zona, la tecnología debe incluir la opción de una gestión a distancia.

➤ *Condiciones climáticas rigurosas*

Las condiciones climáticas pueden incidir negativamente en el coste y la complejidad del sistema debido al uso de distintos dispositivos de protección como disipadores externos, ventilación forzada, sistemas de refrigeración. Además en casos específicos de áreas rurales en zonas tropicales, protección contra polvo e insectos. Será necesario hacer uso de equipos robustos y resistentes a las condiciones climáticas dadas.

➤ *Dispersión de localidades*

Las distintas localidades pueden estar situadas a grandes distancias de los centros urbanos, presentando además poca densidad de población con lo que sale muy costoso un despliegue de redes cableadas. Las tecnologías más adecuadas serán las inalámbricas en muchos casos.

A lo largo del análisis encontraremos que estos conceptos se encuentran presentes en esta zona, debido a ello la necesidad de realizar el diagnóstico para poder desarrollar un sistema de telecomunicaciones en esta región.

3.3 LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL PAÍS

La necesidad de realizar un análisis de la situación actual se basa en poder definir el desarrollo alcanzado por la telesalud en el país y poder observar el nivel de alcance al que se ha llegado.

Factores críticos de la Telesalud:

- Impacto tecnológico, relacionado al uso de tecnología consolidada y soluciones abiertas (equipamiento informático, red de comunicaciones, aplicaciones), integrando infraestructura existente y sistemas de proveedores diferentes.

- Elementos organizativos, se refiere a los cambios necesarios para introducir la Telesalud en la organización, aceptación de profesionales y pacientes, sistemas de evaluación del proyecto, modificación de la forma de proporcionar servicios en salud, coordinación entre niveles asistenciales, rediseño de procesos y definición de nuevas funciones para los puestos de trabajo.
- Impacto cultural, considerando la adaptación a nuevas formas de trabajo para el personal de salud, para ello se requiere capacitación adecuada.

3.3.1 Telesalud Peruana

Se hace un análisis del estado de la Telesalud en nuestro país con el fin de poder saber en que entorno nos podremos desenvolver. De acuerdo al Plan Nacional de Telesalud, las características fundamentales que deben tener los sistemas de Telesalud son:

- Diseño pensado en las necesidades de cada zona, no en la tecnología.
- Ayudar a minimizar costos y reducir pérdidas.
- Mayor seguridad de las operaciones, actividades e información.
- Servicios de calidad en términos de eficiencia y eficacia.
- Ayudar a cumplir la misión de las instituciones de salud.

Con esto se busca contribuir a la descentralización e integración del sistema de salud del país y a la universalidad de los servicios de salud con calidad, eficiencia y equidad para beneficio prioritario de las poblaciones excluidas y dispersas a través de la incorporación de las tecnologías de información y comunicación.

Los principios a usar para aplicar la Telesalud en cualquier zona rural de la región deben ser los siguientes:

➤ *Universalidad en el Acceso a la Salud*

Se debe garantizar el acceso de toda la población a los Servicios de Salud, flexibilizando la oferta en salud llevando los servicios a poblaciones excluidas y dispersas.

- *Equidad*

Reducir la brecha existente en el acceso a los servicios de salud entre las poblaciones rurales respecto a las urbanas, de manera que la atención de salud se imparta con igual calidad y similares opciones.
- *Eficiencia*

Uso eficiente de los recursos en el sistema de salud optimizando los procesos, compartiendo recursos, ahorrando costos de traslados y de exámenes de apoyo al diagnóstico.
- *Calidad*

Tener como eje la satisfacción de los usuarios al mejorar la precisión diagnóstica y decisiones de las actitudes terapéuticas, además de la capacitación a distancia al personal de salud.
- *Descentralización*

Utilizar a la Telesalud como una herramienta estratégica que facilite la descentralización de los Sistemas de Salud.
- *Desarrollo Social*

Promover el desarrollo de la sociedad, permitiendo a la población un mayor acceso a la información en salud y al conocimiento de sus deberes y derechos en salud

3.3.2 Infraestructura de salud y telecomunicaciones a nivel nacional

Es importante conocer previamente la infraestructura de comunicaciones en el sector salud de nuestro país. Esto porque con estos datos podemos enfocarnos en la región donde se plantea el sistema de comunicaciones.

Dentro del marco de las experiencias previas y proyectos existentes, se encuentra el campo para que la telesalud pueda desenvolverse dentro de nuestra realidad. Algunos de los programas existentes en salud son Infosalud y Alo-EsSalud con lo que se muestra que ya hay maneras en las que distintas tecnologías aportan en crecimiento. Además, diversas leyes y lineamientos de política en salud apoyan las iniciativas para la Telesalud.

En cuanto a lo que es infraestructura para plantear proyectos de telesalud, existe en el país una distribución de estaciones de radio Gama HF (fig. 3.1), tanto del Ministerio de Salud como de EsSalud, ubicados preferentemente en los Centros y Postas de Salud en el ámbito nacional (zonas rurales); sin embargo es necesario comentar que existe actualmente un deficiente mantenimiento de dichos equipos, que repercute en su operatividad.

Estaciones de radio gama HF

| Departamentos | Total | MINSA | ESSALUD |
|-----------------|-------|-------|---------|
| AMAZONAS | 66 | 56 | 10 |
| ANCASH | 106 | 96 | 10 |
| APURÍMAC | 111 | 105 | 6 |
| AREQUIPA | 97 | 77 | 20 |
| AYACUCHO | 105 | 99 | 6 |
| CAJAMARCA | 132 | 123 | 9 |
| CUZCO | 109 | 100 | 9 |
| HUANCAVELICA | 73 | 67 | 6 |
| HUÁNUCO | 57 | 49 | 8 |
| ICA | 29 | 17 | 12 |
| JUNÍN | 40 | 26 | 14 |
| LA LIBERTAD | 94 | 64 | 30 |
| LAMBAYEQUE | 27 | 19 | 8 |
| LIMA | 100 | 89 | 11 |
| LORETO | 78 | 73 | 5 |
| MADRE DE DIOS | 32 | 29 | 3 |
| MOQUEGUA | 48 | 45 | 3 |
| PASCO | 40 | 24 | 16 |
| PIURA | 87 | 76 | 11 |
| PUNO | 124 | 112 | 12 |
| SAN MARTÍN | 77 | 67 | 10 |
| TACNA | 23 | 19 | 4 |
| TUMBES | 44 | 39 | 5 |
| UCAYALI | 57 | 51 | 6 |
| TOTAL RADIOS HF | 1756 | 1522 | 234 |

Cuadro N°3.1. Cuadro de estaciones de radio HF en el Perú.

3.4 LA REGIÓN EN ESTUDIO

Al tener pensado desde un principio una red para unir los establecimientos de salud, los factores que afecten a la organización de la salud son importantes. Podemos definir algunos puntos necesarios a conocer previamente para nuestro escenario de aplicación tales como el entorno geográfico, infraestructura vial y energética, análisis de dinámica poblacional y el perfil social. Estos puntos son estudiados son factores condicionantes de la salud. En el caso de nuestra región en estudio, Madre de Dios, se presenta el análisis de estos cuatro puntos.

3.4.1 Entorno Geográfico

Ubicación

La Región de Madre de Dios, se ubica en la región sur oriental del territorio peruano, entre las coordenadas geográficas $9^{\circ} 55' 33''$ y $13^{\circ} 20' 04''$, latitud sur, $68^{\circ} 39' 27''$ y $77^{\circ} 22' 27''$, longitud Oeste. Presenta una ubicación estratégica por constituir una región bifronteriza con los países de Brasil y Bolivia.

Superficie

La Región de Madre de Dios tiene una superficie de 85 182,63 km² que representa el 6,6% del territorio Nacional y el 15,3 % de la región selva. En cuanto a la superficie por provincias, se reporta para Tambopata el 42,58 % de la superficie total, Manu el 32,54% y Tahuamanu el 24,88%.

Altitud

La altura de la Región de Madre de Dios oscila desde 176 msnm (distrito de Tambopata en la provincia de Tambopata) hasta 3 967 msnm (distrito de Fitzcarrald en la provincia de Manu).

Límites

El departamento de Madre de Dios limita:

- Por el Norte: Con el departamento de Ucayali y la República de Brasil.
- Por el Este: Con la república de Bolivia.
- Por el Sur: Con los departamentos de Puno y Cusco.
- Por el Oeste: Con los departamentos de Cusco y Ucayali.

Aspectos Políticos Administrativos

La Región de Madre de Dios se divide en tres provincias y once distritos de acuerdo a la demarcación siguiente:

| PROVINCIA | DISTRITO | CAPITAL |
|-----------|---------------|-----------------------------|
| TAMBOPATA | Tambopata | Puerto Maldonado |
| | Inambari | Inambari |
| | Las Piedras | Las Piedras |
| | Laberinto | Puerto Rosario de Laberinto |
| MANU | Manu | Manu |
| | Fitzcarrald | Fitzcarrald |
| | Madre de Dios | Madre de Dios |
| | Huepetuhe | Huepetuhe |
| TAHUAMANU | Iñapari | Iñapari |
| | Iberia | Iberia |
| | Tahuamanu | San Lorenzo |

Cuadro N°3.2. Provincias, distritos y capitales del departamento de Madre de Dios

Fisiografía

El relieve del departamento de Madre de Dios se caracteriza por presentar tres grandes áreas definidas: la zona montañosa (altitud de 1 000 a 3 967 msnm), la ceja de selva o selva alta (altitud de 500 a 1000 msnm) y la llanura de Madre de Dios o selva baja (altitud de 176 a 500 msnm).

Clima

El departamento de Madre de Dios, se caracteriza por presentar tres tipos climáticos: sub-húmedo y cálido; húmedo y cálido y muy húmedo y semi-cálido. Generalmente predomina el clima tropical húmedo con precipitaciones pluviales anuales superiores a 1 500 mm. La temperatura promedio anual del departamento es de 26,5°C, con una temperatura mínima para ciertas épocas del año de 9° C y una máxima de 39,5°C.

Hidrografía

El sistema hídrico, lo constituye un conjunto de caudalosos ríos y quebradas que confluyen en una gran vertiente, conformada por los ríos Manu y su prolongación el río Madre de Dios o Amarumayo.

La arteria hídrica principal la constituye el caudaloso río Madre de Dios, que tiene una longitud aproximada de 655 km, hacia él fluyen importantes afluentes como son los ríos Manu, las Piedras, Tambopata, Inambari y Colorado.

Además existen los lagos Sandoval y Valencia que encierran una variada ictiofauna.

3.4.2 Infraestructura Vial y Energética

Es importante conocer las distintas vías de comunicación de la región en estudio debido a que puede influenciar los diseños de red en el sentido de transporte, de acceso, etc. Las vías de comunicación son esenciales para el aprovechamiento integral de los recursos naturales, la articulación productiva y la integración de la sociedad en el espacio nacional e internacional.

Asimismo el tener una idea de la organización energética de la zona debido a que es un factor condicionante en las tecnologías a utilizar. La cantidad y calidad de la infraestructura generadora de energía es un índice importante del desarrollo de un determinado lugar.

Infraestructura vial terrestre

La infraestructura de carreteras se clasifica según el sistema de red vial en: Red Vial Nacional, Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal; asimismo según el tipo de rodadura se clasifica en Asfaltada, Afirmada, Sin Afirmar y Trocha.

El total de la longitud de la red vial en el Departamento de Madre de Dios es de 682,95 km, los cuales se dividen según el cuadro adjunto.

| SISTEMA DE RED VIAL | Total (km) | Tipo de Superficie de Rodadura (km) | | | |
|---------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Asfaltada | Afirmada | Sin Afirmar | Trocha |
| Nacional | 428,83 | 5,80 | 269,03 | 87,00 | 67,00 |
| Departamental | 45,50 | --- | 45,50 | --- | --- |
| Vecinal | 208,62 | 1,75 | 49,61 | 91,26 | 66,00 |
| TOTAL | 682,95 | 7,55 | 364,14 | 178,26 | 133,00 |

Cuadro N°3.3. Tipos de carreteras en el departamento de Madre de Dios

Además se adjunta un cuadro donde tenemos las distancias entre las principales localidades de Madre de Dios.

| PRINCIPALES LOCALIDADES | PTO. MALDONADO | PLANCHON | ALEGRIA | MAVILA | ALERTA | SIMPLICIO | RIO TAHUAMANU | SAN LORENZO | IBERIA | PTE. PRIMAVERA | IÑAPARI |
|-------------------------|----------------|----------|---------|--------|--------|-----------|---------------|-------------|--------|----------------|---------|
| PTO. MALDONADO | - | | | | | | | | | | |
| PLANCHON | 40 | - | | | | | | | | | |
| ALEGRIA | 70 | 30 | - | | | | | | | | |
| MAVILA | 78 | 38 | 20 | - | | | | | | | |
| ALERTA | 115 | 75 | 57 | 37 | - | | | | | | |
| SIMPLICIO | 132 | 92 | 74 | 54 | 17 | - | | | | | |
| RIO TAHUAMANU | 145 | 105 | 87 | 67 | 28 | 13 | - | | | | |
| SAN LORENZO | 153 | 113 | 95 | 75 | 38 | 21 | 8 | - | | | |
| IBERIA | 177 | 137 | 119 | 99 | 62 | 45 | 32 | 24 | - | | |
| PTE. PRIMAVERA | 234 | 194 | 176 | 156 | 119 | 102 | 89 | 81 | 57 | - | |
| IÑAPARI | 244 | 204 | 186 | 129 | 112 | 99 | 91 | 67 | 10 | 60 | - |

Cuadro N°3.4. Distancias entre las principales localidades del departamento de Madre de Dios

Infraestructura vial aérea y acuática

El departamento de Madre de Dios cuenta con un aeropuerto y dos aeródromos administrado por CORPAC. El aeropuerto de Puerto Maldonado se encuentra ubicado en el distrito de Tambopata, a una altitud de 200 msnm, con pista de aterrizaje de superficie de concreto de 3 500 m de longitud y 45 m de ancho.

Uno de los aeródromos se encuentra ubicado en el distrito de Iberia a una altitud de 228 msnm con pista de aterrizaje de superficie afirmado, de 1 360 m de longitud y 18 m de ancho. El otro aeródromo se encuentra ubicado en el distrito de Iñapari, a una altitud de 244 msnm, con pista de aterrizaje de superficie afirmado, de 960 m de longitud y 20 m de ancho.

Por el lado de la infraestructura acuática, sólo existe un terminal fluvial de lanchonaje denominado Puerto Maldonado. Sin embargo, se cuenta con los ríos como una manera muy importante para llegar a comunidades alejadas, en este caso a puestos de salud que están en sitios adonde las carreteras no llegan.

Centrales Hidroeléctricas

En el departamento de Madre de Dios no se poseen Centrales Hidroeléctricas. Esto debido a no contar con algún lugar con caída de aguas lo suficientemente grande para permitir el desarrollo de una hidroeléctrica.

Centrales Térmicas

En el departamento de Madre de Dios se poseen tres centrales térmicas, sus características se muestran en el cuadro adjunto.

| CENTRAL TÉRMICA | EMPRESA | DISTRITO | PROVINCIA | SISTEMA | POTENCIA INSTALADA (MW) |
|---------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------------|
| C.T. IÑAPARI | ELECTRO SUR ESTE S.A. | IÑAPARI | TAHUAMANU | SISTEMA AISLADO | 0,350 |
| C.T. IBERIA | ELECTRO SUR ESTE S.A. | IBERIA | TAHUAMANU | SISTEMA AISLADO | 0,950 |
| C.T. PTO. MALDONADO | ELECTRO SUR ESTE S.A. | TAMBOPATA | TAMBOPATA | SISTEMA AISLADO | 4,800 |

Cuadro N°3.5. Centrales térmicas que operan en el departamento de Madre de Dios

3.4.3 Análisis de Dinámica Poblacional

Estadística Poblacional

La población estimada al 2003 es de 92 179 habitantes (0.3 % de la población peruana), siendo el sexo masculino el 55,96 % y el femenino el 44,06 %

El distrito con mayor población es el de Tambopata con 39 707 habitantes (43 % de la población total), seguido del distrito de Madre de Dios con 12 727 habitantes y el distrito de Huepetuhe con 9 073 habitantes. Los distritos de menor población son Fitzcarrald 1 072 habitantes seguido de Iñapari con 1 266 habitantes y el Manu con 1 943 habitantes.

Densidad Poblacional

La densidad poblacional promedio en la región de Madre de Dios es de 1 habitante por kilómetro cuadrado, lo que indica que la población es altamente dispersa, lo que sumado a las inadecuadas condiciones de infraestructura vial hace que, en muchos distritos, la accesibilidad geográfica sea muy difícil.

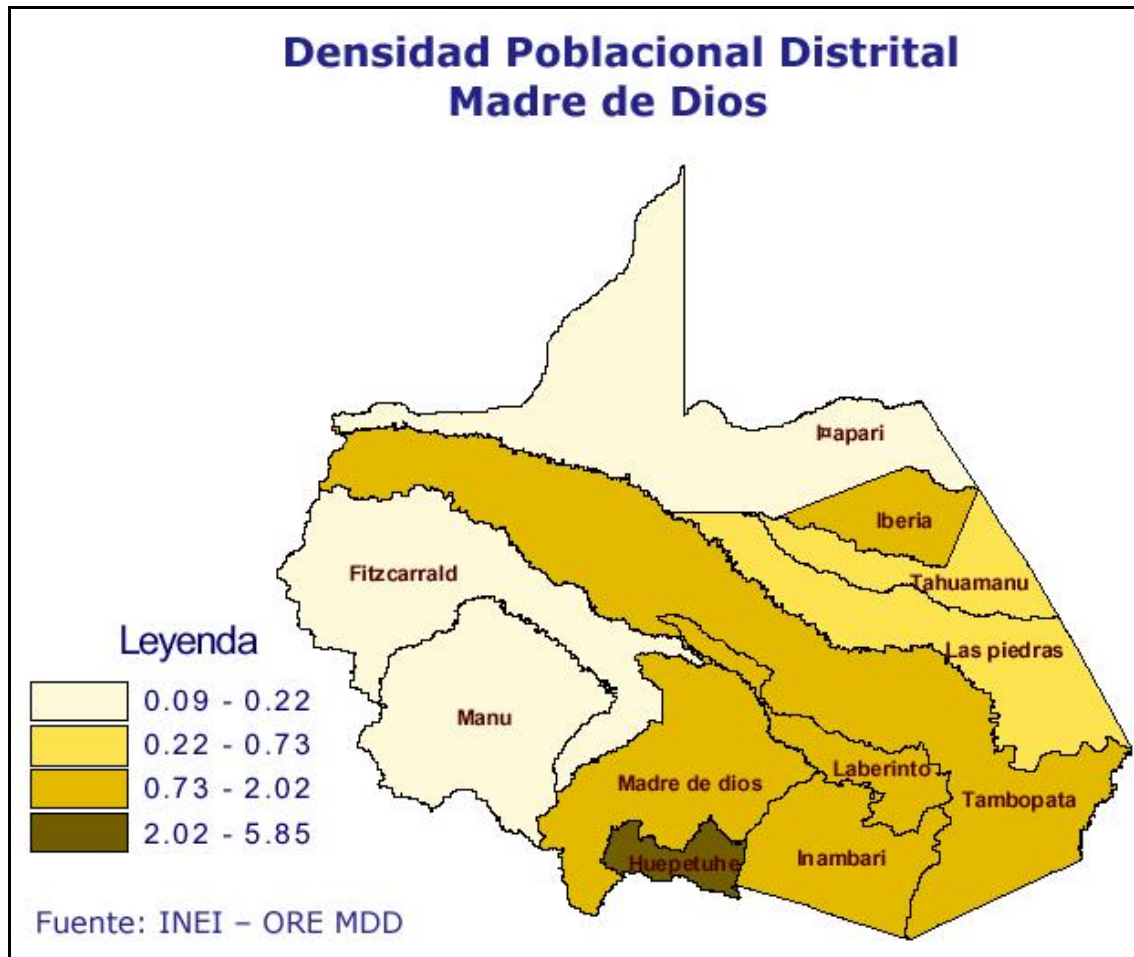


Figura N°3.1. Densidad Poblacional distrital de Madre de Dios (habitantes por km²)
 Fuente: Análisis de Situación de Salud Madre de Dios - 2003

Análisis del Perfil Educativo

La tasa de analfabetismo más alta se encuentra en el Distrito de Fitzcarrald, con el 28,5% de la población mayor de 15 años que no saben leer ni escribir. La tasa de analfabetismo más baja se encuentra en el Distrito de Huetupe con 9,2%

Dentro de la propuesta educativa a nivel regional, tenemos el de promover el desarrollo socio-económico a través de la preparación del educando, para ser de él un elemento activo y creativo, en la búsqueda de alternativas de desarrollo

económico de su tierra, preparándolo con liderazgo empresarial y posibilidades de inserción en el mercado laboral.

3.4.4 Análisis del Perfil Social

Los distritos de Fitzcarrald y Madre de Dios se encuentran entre 90% y 100% de hogares con NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas); los distritos de Tambopata, Las Piedras, Laberinto, Iñapari, Iberia, Manu, se encuentran entre 60% y 80%, según datos del INEI obtenidos en el censo de 1993. En ese mismo año, el departamento de Madre de Dios fue ubicado en el estrato de pobreza IV a nivel nacional (esto indica, pobreza relativa).

Según el mapa de pobreza del año 2000 elaborado por FONCODES, el departamento de Madre de Dios no cuenta con distritos en extrema pobreza, solo tiene dos distritos muy pobres (Fitzcarrald y Madre de Dios), siendo los restantes clasificados como pobres y regulares. Esta clasificación, según opinión de los que conocen la realidad del departamento y de otros lugares del país es totalmente inadecuada. Esto ha significado que el departamento de Madre de Dios sea injustamente dejado de lado al momento de implementarse diferentes programas sociales por instituciones públicas o privadas, por considerarlo una región no prioritaria. Por lo tanto, es necesario que se realice una nueva clasificación con toda la rigurosidad científica en el diseño y ejecución de la metodología.

3.4.5 Aspectos Económicos

Para un diagnóstico correcto será necesario observar de que manera nuestro sistema de comunicaciones puede intervenir directamente en aspectos actuales de la región con el fin de afectarlos positivamente y lograr innovaciones en sus distintas áreas.

Para esto conoceremos en esta región las principales actividades económicas que se tienen:

Actividad agrícola

Se caracteriza por el predominio del sistema tradicional y migratorio con un inadecuado manejo de labores culturales (roce, tumba, quema, uso de semilla común, siembra y cosecha) sujeto a las condiciones climatológicas del medio (cultivos de secano), fragilidad del suelo, escasez de insumos y servicios agrícolas

(semilla certificada, maquinaria agrícola, asistencia y capacitación técnica, investigación, etc.), lo que produce un bajo rendimiento.

Sin embargo, hay tendencia de algunos agricultores a la aplicación de tecnologías adaptadas a las condiciones de la zona: semilla mejorada, fertilizantes orgánicos, leguminosas cobertoras, control fitosanitario, mecanización agrícola y recuperación de suelos a través de sistemas agroforestales.

La producción agrícola sólo alcanza niveles de subsistencia y no cubre la demanda local, produciéndose una escasez cíclica durante el cuarto trimestre del año, por lo que la población se abastece de arroz, maíz amarillo duro, frijol, soja y hortalizas de otras regiones.

Actividad pecuaria

El sistema predominante de crianzas es extensiva (bovina, ovina, porcina, aves de corral), con excepción de la crianza intensiva de aves y porcinos supeditada a la demanda del mercado local.

Se identifican tres niveles tecnológicos de crianzas: uno de mayor desarrollo dedicado a la industria avícola, otro de nivel tecnológico intermedio dedicado a la crianza de ganado vacuno de doble propósito (Ganaderías ubicadas en la periferia de la carretera Maldonado-Cuzco y Maldonado-Iñapari hasta el km. 60 y 30 respectivamente) y por último el de bajo nivel tecnológico dedicado a la crianza familiar mixta (vacuno, ovino, porcino, aves).

Extracción forestal maderera

En la actualidad la extracción forestal maderera se concentra en torno a tres especies de madera fina que representa cerca de las dos terceras partes del volumen total extraído en la región (63%). Las especies más extraídas son la Caoba, el Cedro y el Tornillo; otras 40 especies de menor valor comercial son extraídas en la región en bajos volúmenes.

La distribución de los recursos forestales maderables en la región no es uniforme, esto repercute en la dinámica, tecnología utilizada y la forma de aprovechamiento del recurso maderable.

Muchas madereras en Madre de Dios cuentan con un sistema de radios para poder comunicarse, prestando incluso muchas veces la ayuda a los mismos establecimientos de salud en comunicar situaciones críticas.

Explotación de la castaña

Constituye una de las mayores actividades con significado económico debido a que genera muchos puestos de trabajo en todas sus fases de aprovechamiento. Las principales zonas de producción están localizadas en parte en las provincias de Tambopata y Tahuamanu, encontrándose en forma natural asociadas a otras especies arbóreas en una extensión aproximada de 1'600 000 hectáreas (19% de la extensión total del departamento)

Los rendimientos de recolección de castaña están condicionados a los factores biológicos y climáticos así como a su comercialización. La falta de tecnología apropiada en la fase de cosecha y post cosecha inciden en la calidad, esto trae como consecuencia poca posibilidad de comercialización a nivel nacional e internacional, a pesar que en la ciudad de Puerto Maldonado y las zonas de producción de castaña existen empresas acopiadoras de este recurso.

Pesca artesanal

Las pesquerías han venido creciendo y evolucionando con un mínimo de normatividad y desde hace varios años se nota reducción de los tamaños de algunas especies capturadas, disminución de la abundancia de otras y conflictos crecientes entre pesquerías de escalas diferentes por el uso de áreas de pesca. Además se carece de un ordenamiento pesquero que se adecue a la realidad de la región.

La extracción pesquera de ambientes naturales se realiza de forma dispersa, ya que una de las características peculiares de la pesca artesanal es su informalidad y su dispersión, lo que hace más difícil realizar un seguimiento constante en toda la región y tener un conocimiento real de la actividad.

Acuicultura

La acuicultura en Madre de Dios, se viene desarrollando en forma extensiva y sin mucha técnica. Con la producción de alevines de peces nativos, por parte de FONDEPES esta ha tomado mayor fuerza. La Dirección Regional de Pesca de Madre de Dios ha ejecutado proyectos de desarrollo acuícola durante los años

recientes logrando que muchos agricultores vean a esta actividad como una alternativa de desarrollo, incorporándola a sus actividades productivas.

Explotación de minas

La actividad minera metálica aurífera se desarrolla en las provincias de Manu y Tambopata y genera ocupación directa a unos 15 000 mineros e indirecta a unas diez mil personas. En Madre de Dios la minería aurífera se desarrolla dentro de lo que se llama pequeña minería y minería artesanal; no existe interés por parte de la mediana y gran minería.

Los trabajos de minería con método artesanal tradicional se ha reducido enormemente, por que las buenas concentraciones de oro en grava aurífera se ha agotado y los costos en general se han elevado, iniciándose una crisis minera en el año 1982, agudizándose cada año que ha pasado. Dentro de esta crisis entró la posibilidad de utilizar las dragas de succión y equipos pesados de movimientos de tierra en la extracción de grava aurífera.

Actualmente, la minería aluvial aurífera tiene múltiples problemas, ocasionados por diferentes causas, entre las cuales tenemos la escasa aplicabilidad de la Ley General de Minería y sus diferentes reglamentos; que por encontrarse la minería aurífera aluvial en la amazonía agrava los conflictos entre dos actividades, la minería y la del sector agrario.

3.4.6 El efecto de la carretera interoceánica

Según el acta de la tercera reunión del comité de frontera, se posee un plan para lograr la mejora de salud de acuerdo a la unión de los países en base a la carretera interoceánica.

Como parte del desarrollo se analizaron diversas propuestas puntualizando las siguientes acciones:

1. Fortalecer la vigilancia epidemiológica de las enfermedades:
 - Implementación de salas de Análisis de Situación de Salud (ASIS) en las fronteras, capacitación de personal de salud y fortalecimiento de la red de servicios en las fronteras

- Intercambio de información de vigilancia epidemiológica oportuna (inmediata, semanal y mensual) vía electrónica.
 - Evaluación trimensual de información de situación de salud.
 - Boletín epidemiológico mensual de los países
2. Actividades operativas de programas de salud contra la Malaria, el Dengue. Elaboración de Programas de Inmunizaciones y prevención contra la infección por VIH.
 3. Capacitación Institucional a los Recursos Humanos de Salud

Para desarrollar estos temas, se propone la conformación de una COMISION BINACIONAL DE SALUD integrada por representantes de salud de los Gobiernos, en el ámbito de Comité de Frontera para la discusión detallada y la validación de los avances, además de elaboración de proyectos binacionales futuros.

3.5 TECNOLOGÍAS APLICABLES

Se procederá ahora a realizar un análisis de las principales tecnologías que son aplicables en los proyectos de telecomunicaciones rurales. La mayoría de estas tecnologías son recomendadas por la ITU. Podemos separarlas en dos grandes grupos: acceso guiado y acceso inalámbrico.

Acceso guiado

Son tecnologías que requieren la presencia de un medio físico distinto del aire, como pueda ser un par de cobre o una fibra. En general, se caracterizan por su estabilidad frente a las condiciones externas y por sus altos costes de despliegue.

Una ventaja común en estos medios es que si se quiere acceder a la información que circula por ellos es necesario “colgarse” al medio lo cual no siempre es posible; esto hace que aumente la seguridad de los datos transmitidos a diferencia de otros medios.

Acceso inalámbrico

Tecnologías que a través del uso de radiofrecuencia (también usa en menor medida sistemas ópticos e infrarrojos) usando como único medio guiado el aire. La sustitución del par de cobre o fibra genera algunas ventajas generales como reducción en costes de despliegue y reducción de molestias a la comunidad otorgando facilidad para

realizar nuevas instalaciones. Además brindan mayor facilidad de protección ante vandalismo o robos.

De acuerdo al reporte final de la ITU acerca de las nuevas tecnologías para aplicaciones rurales, las que se presentan a continuación son las más usadas:

- Acceso por la línea telefónica.
- Acceso mediante líneas dedicadas de datos.
- Comunicación por redes eléctricas PLC (power line communications)
- Sistemas basados en telefonía celular
- Tecnologías de acceso inalámbrico fijo
- Sistemas basados en empleo de satélites
- Sistemas de radio
- Sistemas WI-FI

Las tres primeras opciones se refieren a tecnologías de acceso guiado y las restantes son de acceso inalámbrico. Para objetivos de un análisis comparativo en nuestra situación nacional se obviarán las tres primeras opciones. La razón de esta separación se detallará al momento de explicar cada grupo de tecnologías.

3.5.1 Tecnologías de Acceso Guiado

Es muy poco corriente aplicar estas tecnologías a las comunicaciones rurales debido a su dificultad para lograr enlazar un cableado o alambrado considerable a las zonas tanto alejadas como poco asequibles. De todas maneras es bueno conocerlas debido a que siempre será posible encontrarse con una región rural donde por sus características específicas se pueda brindar accesos a través de tecnologías alámbricas en caso sea más conveniente que hacerlo por tecnologías inalámbricas.

3.5.1.1 Acceso por línea telefónica

Esta opción es la más cómoda para el usuario, permite transmisión de voz y datos a distintas velocidades. Además el mantenimiento queda a manos de la empresa operadora de servicio. Esta opción hace uso del par de cobre telefónico para realizar las transmisiones.

Par de Cobre

El par de cobre (también llamado par trenzado) consiste en dos cables de cobre aislados, trenzados entre sí para protegerlos de radiaciones y envueltos por una protección de plástico. Es un medio muy flexible y de coste relativamente bajo que permite el envío de voz y datos. Su principal inconveniente es que ofrece un ancho de banda bastante limitado, si bien en los últimos años el ancho de banda aprovechable del par trenzado ha aumentado con las mejoras tecnológicas.

Se distinguen dos formas de uso para el par trenzado telefónico: El uso analógico, donde se adaptan los datos para que la red los trate como voz de forma transparente, y el uso digital, donde se tratan como datos en todo momento — aunque son necesarias modulaciones y códigos de línea para aprovechar el par trenzado completamente.

▪ Uso analógico (acceso conmutado)

A través de un módem, la información digital se convierte en una señal analógica que puede transportarse en el ancho de banda reservado para la voz, y la red telefónica trata esa señal analógica como si efectivamente se tratara de voz. En la actualidad, es la forma más habitual de conectarse a Internet. La velocidad máxima (56 kbps) es bastante reducida si se la compara con la de otras tecnologías de acceso.

Una ventaja del acceso conmutado es que es posible realizar redes privadas multiservicios con lo que es posible compartir recursos en una sola red, esto es llamado comúnmente VPDN (Virtual Private Dial Network).

Otra ventaja se encuentra en la facilidad de uso de equipos, debido a que es posible, usando los protocolos adecuados además del uso de un módem la interconexión entre distintos puntos.

▪ Uso digital

Los datos se modulan digitalmente y la red los trata de forma diferente a la voz. Existen distintas tecnologías, que se diferencian tanto en las modulaciones como en las velocidades de transmisión o el tratamiento que la red hace de ellas.

Tomaremos como ejemplo dos tecnologías, RDSI y ADSL.

- RDSI

RDSI son las siglas de Red Digital de Servicios Integrados. RDSI proporciona un camino de transmisión digital durante toda la duración de la llamada y es adecuada para voz (que se envía digitalmente), videoconferencia, acceso remoto a redes y acceso a Internet. Con RDSI, un solo par de cobre permite transportar voz y datos simultáneamente, así como conexiones de datos de mayor velocidad (de 64kbps a 1536kbps) que la que permite un acceso analógico.

- xDSL

Familia de tecnologías que permiten la transmisión de datos de alta velocidad (desde 128 kbps a 12 Mbps y aún mas) a la vez que respetan el ancho de banda de la voz (300 Hz – 3400 Hz). De esta forma, es posible utilizar un teléfono convencional mientras se está conectado a Internet con una conexión de alta velocidad. La "x" se utiliza para diferenciar los distintos tipos de servicios y tecnologías de la familia: HDSL, IDSL, SDSL, ADSL, VDSL, etc. De ellas, ADSL es la tecnología más extendida actualmente.

No se indaga más en estas tecnologías, debido a que su aplicación directamente a las zonas rurales no es extendida en nuestra nación. Cuando son llevadas de la mano con tecnologías de acceso de largas distancias, como por ejemplo tecnología satelital, su uso es incrementado. Lamentablemente en nuestro caso las zonas rurales rara vez cuentan con un cableado telefónico completo.

3.5.1.2 Acceso mediante líneas dedicadas de datos

Son soluciones de alta calidad, donde destacan circuitos punto a punto, tecnologías X.25, Frame Relay y ATM, pero su penetración en zonas rurales es prácticamente nula debido a algunos factores como instalación, mantenimiento recursos.

La instalación conllevaría costos altísimos para ambientes rurales en general. Los recursos en zonas rurales se orientan a puntos más urgentes que a ampliar la tecnología de datos que se posea y los el mantenimiento necesitaría de recursos humanos con formación específica lo que lleva a crear dependencia.

3.5.1.3 Comunicación por redes eléctricas

PLC (Power Line Communications) es la transmisión de datos y voz por medio de líneas eléctricas. Los datos modulan una señal portadora la cual es inyectada en la red eléctrica para su transporte. La transmisión se realiza a través de módems y equipos repetidores que llevan el tráfico desde un extremo a otro. El usuario dispone de un módem que conecta por un lado, por ejemplo, a una computadora o al teléfono y por otro al enchufe eléctrico.

PLC es una tecnología de acceso en banda ancha probada y tecnológicamente viable. Sus principales ventajas son:

- Usa infraestructura existente con mayor cobertura que otras tecnologías.
- Alta ubicuidad ya que todo enchufe eléctrico puede ser un punto de acceso a Internet.
- Rendimientos económicos atractivos debido a que el costo de los equipos baja en proporción al aumento de su utilización.
- Facilita la provisión de múltiples servicios con la misma plataforma tecnológica IP: Internet, telefonía, seguridad, etc.
- Instalación rápida y fácil, incluso en zonas de baja densidad esto la hace óptima para usuarios en áreas rurales y remotas.

Este último punto es el que más nos interesa debido a que por su comodidad es una muy buena tecnología para ser usada en ambientes rurales que lleguen a contar con un sistema de cableado eléctrico. Es posible llegar a velocidades troncales de hasta 600 kbps.

Sin embargo el usar actualmente el PLC en las comunicaciones rurales en Perú no es rentable en este momento salvo que pueda darse como un proyecto social del gobierno. La densidad de población en algunas zonas es muy poca por lo que se necesitaría mucha inversión para la llegada del PLC. Esto unido al alto costo de expandir la red eléctrica actual ya que muchas de las comunidades rurales no poseen electricidad.

En el caso concreto de la zona que se plantea en la presente investigación, las localidades rurales por donde atraviesa la ruta “Puerto Maldonado – Iñapari” poseen una red eléctrica limitada como se observó en el capítulo anterior.

3.5.2 Tecnologías Inalámbricas

Este tipo de tecnologías usan en lugar de cableado el espectro radioeléctrico. A diferencia de las tecnologías cableadas, es más flexible, siendo los principales beneficios en su aplicación para zonas rurales los siguientes:

- Acceso en tiempo real
- Simplicidad en instalación
- Bajo costo de mantenimiento
- Escalabilidad
- Descentralización

Cabe destacar que son las más usadas en las telecomunicaciones rurales y donde se cuentan con mayores y diversas clases de tecnologías.

3.5.2.1 Sistemas basados en telefonía celular

Una red de celular consiste en un sistema telefónico en el que mediante la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio (estaciones base) y una serie de centrales de conmutación, se posibilita la comunicación entre terminales portátiles (teléfonos móviles) o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

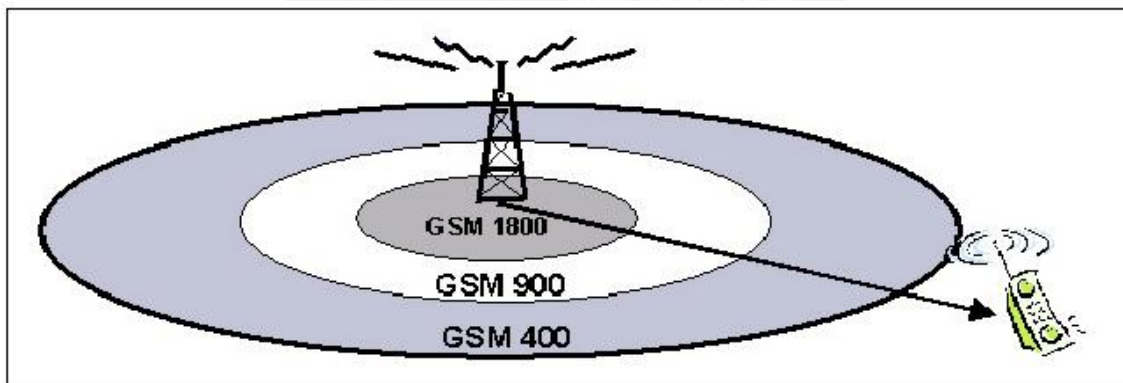
Las estaciones base, que enlazan vía radio los teléfonos móviles con los controladores de estaciones base, están dispuestas en forma de una malla, formando células o celdas (teóricamente como un panal de abejas). Así, cada estación base está situada en un nudo de estas células y tiene asignado un grupo de frecuencias de transmisión y recepción propio. Como el número de frecuencias es limitado, con esta disposición es posible reutilizar las mismas frecuencias en otras células, siempre que no sean adyacentes, para evitar interferencia entre ellas.

Las tecnologías más comunes y usadas son aquellas que se derivan de los estándares GSM y CDMA. Para el caso de los sistemas basados en tecnología celular se analizará la tecnología GSM 400. Según la ITU, GSM 400 es el sistema basado en telefonía celular más orientado actualmente a las telecomunicaciones rurales.

El acrónimo GSM (Group Special Mobile o Grupo Especial Móvil) que proviene de (Global System for Mobile communications o Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales. El estándar fue creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. Difiere de sus antecesores principalmente en que tanto los canales de voz como las señales son digitales. Se ha diseñado así para un moderado nivel de seguridad.

GSM 400 encaja dentro de lo que es una red digital donde la comunicación optimiza tanto el aprovechamiento de las bandas de radiofrecuencia como la calidad de transmisión. La principal diferencia de GSM 400 con GSM 900 o GSM 1800 radica en la banda de uso de frecuencias.

La utilización de frecuencias en la banda 400 MHz, en lugar de las bandas 900/1 800 MHz, permite que cada estación de base cubra una zona mucho mayor, ver figura n°4. La cobertura de una zona amplia se adapta mejor a la baja densidad de las poblaciones rurales, dispersas en una extensa zona.



*Figura N°3.2. Alcance de diversas tecnologías GSM
Fuente: GSM World*

Según información presentada a la ITU, GSM 400 cubre la misma zona que el GSM 900, utilizando aproximadamente la mitad del número de sitios celulares. Una celda típica en la banda de 400 MHz tiene un radio de 40 km. cuando se utilizan unidades de teléfonos móviles de 2 vatios. Si se utilizan antenas direccionales o con ganancia superior, es posible obtener un alcance superior, según las condiciones geográficas y de propagación.

El GSM 400 trabaja en dos bandas de frecuencia generalmente:

Banda de GSM 450:

450,4 - 457,6 MHz en enlace ascendente

460,4 - 467,6 MHz en enlace descendente

Banda de GSM 480:

478,8 – 486 MHz en enlace ascendente

488,8 – 496 MHz en enlace descendente

Entre las especificaciones del GSM 400 pueden mencionarse dos importantes: soporte de las propiedades GSM, tales como servicio general de radiotransmisión de paquetes (GPRS) así como datos mejorados para evolución GSM (EDGE).

El servicio GPRS aplica por primera vez en la tecnología GSM la conmutación por paquetes, lo que permite a los usuarios enviar o recibir datos a velocidades hasta de 115 kbps. EDGE aumenta la velocidad de datos hasta 384 kbps en toda la infraestructura GSM existente, utilizando nuevas técnicas de modulación.

Sin embargo, la distancia de la estación de base seguirá siendo un factor importante en la prestación de servicios de datos de alta velocidad, ya que la máxima velocidad de datos posible disminuye cuanto más lejos esté situado un terminal de la correspondiente estación de base.

Hay dos mecanismos fundamentalmente utilizados para poder proporcionar acceso múltiple a un medio limitado, como son las frecuencias. Estos dos mecanismos se denominan FDMA o Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) y TDMA o Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo). En el caso de FDMA a cada usuario se le asigna una frecuencia de manera que el máximo número de usuarios que pueden usar el sistema viene determinado por el máximo número de frecuencias disponibles. Mediante TDMA lo que se hace es que diferentes usuarios pueden utilizar el mismo canal; para ello, a cada usuario se le asigna un determinado tiempo en el cual puede hacer uso del canal.

Finalmente se puede decir que las principales razones por las que esta tecnología es factible e importante dentro de las comunicaciones rurales son:

- Migración efectiva: es posible realizar una migración desde sistemas análogos hacia GSM simplemente generando una red GSM/GPRS en paralelo.
- La transmisión omnidireccional de las antenas la hacen muy útil en las comunidades rurales y con mayor capacidad.
- Ofrece nuevos servicios, debido a que sus dos especificaciones más importantes (GPRS y EDGE) son basadas en tecnología IP con lo que es posible el trabajo con redes de datos.
- Capacidad de obtener velocidades altas, esto se da al usar GPRS (30-40 kbps) o EDGE (hasta 2 Mbps).
- GSM es una de las tecnologías más extensamente disponible en cuanto a las comunicaciones inalámbricas lo que la hace muy atractiva al momento de inversión.

Lamentablemente al Perú aún no han llegado todas las prestaciones de GSM y menos aún se han dado proyectos usando el GSM 400. Se espera que próximamente se tenga la llegada de esta tecnología y pueda aplicarse a nuestras comunidades rurales.

Por otro lado es importante indicar que a finales del 2005 el MTC llegó a aprobar un proyecto de telecomunicaciones rurales de FTEL, donde se usan sistemas basados en telefonía celular. En este caso no se trata de GSM400 sino de CDMA2000, siendo el primer caso de aplicación rural usando esta tecnología.

El nombre del proyecto es “Desarrollo de una Red de Telecomunicaciones Rurales entre los Distritos, Pueblos y Comunidades de la Provincia de Huarochirí” y consiste en establecer una pequeña empresa operadora de telecomunicaciones que integre a los distritos de la provincia de Huarochirí brindando a los pobladores rurales las facilidades para el acceso a los servicios de telefonía y acceso a Internet con similares o mejores características que en las ciudades y a costos competitivos.

Esta red de telecomunicaciones se implementará utilizando una plataforma inalámbrica CDMA2000 en las bandas de 450MHz y 800MHz, y será complementada con redes inalámbricas punto a punto, redes satelitales, de fibra óptica y coaxial. Para la alimentación de los equipos, en la mayoría de los distritos existe energía comercial las 24 horas del día y en los pocos lugares donde no, se utilizarán sistemas alternativos (paneles solares, grupo electrógeno etc.).

El proyecto beneficiará directamente a más de treinta y cinco mil habitantes y su tiempo total de ejecución será de un año. Se espera que este proyecto pueda abrir las puertas a otros e impulsar el uso de estas tecnologías en nuestras áreas rurales.

3.5.2.2 Tecnologías de acceso inalámbrico fijo

En esta parte se analizarán las tecnologías WLL (Wireless Local Loop). Estas tecnologías son similares a las usadas en comunicaciones celulares con la salvedad de que el terminal del usuario es fijo con una antena receptora también fija.

En WLL tenemos hasta tres generaciones evolutivas. En un inicio se pensó tan solo en proveer telefonía a las zonas rurales. Posteriormente apareció la segunda generación que se considera adecuada para el entorno rural y suburbano con una densidad de población entre media y baja. La tercera generación, es además adecuada para proporcionar servicios derivados de Internet y comunicaciones de datos en modo paquete. Actualmente se encuentra en fase de madurez técnica y corresponde a la mayoría de los sistemas en el mercado además de poseer potencial de crecimiento importante a corto y medio plazo.

La infraestructura de los sistemas WLL se componen principalmente de terminales, los cuales están conectados vía radio a una red de estaciones, y radio bases que se asemejan a las estaciones en los sistemas celulares. Además se cuenta con una Central que se encarga de las funciones de conmutación, control del sistema.

Los sistemas WLL deben optimizar el uso de los canales radio, proporcionando la mayor capacidad posible al máximo número de abonados, para un ancho de banda dado. Desde el punto de vista topológico, presentan un despliegue multicelular que permite el reuso de frecuencia en cada celda, con estructuras punto a multipunto o multipunto a multipunto.

Las estructuras punto multipunto se adaptan de modo natural a una colectividad de usuarios distribuidos geográficamente conectada a las redes troncales a través de un nodo de acceso. Este nodo controla la red de acceso y las interfaces de conexión hacia las redes troncales. Las que funcionan como multipunto a multipunto han pasado a un segundo plano debido a su complejidad.

Algunas de las alternativas contempladas en los sistemas WLL son LMDS, MMDS y principalmente la tecnología DECT de la que se hablará más debido a que es de las mayormente implementadas.

LMDS (Local Multipoint Distribution Service)

Es una tecnología que permite, en un radio limitado, transmitir información a alta velocidad desde una estación base a muchos puntos. La distribución de señales engloba voz, datos, Internet y video. Pese a lograr alcanzar buenas velocidades de transmisión de datos uno de los principales inconvenientes de esta tecnología es que se ve muy afectada con condiciones climatológicas adversas como la lluvia. Sin embargo es una interesante opción para las telecomunicaciones rurales.

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Systems)

Funciona en una banda de frecuencias mucho menor al LMDS y ofrece además menor ancho de banda. Al trabajar con frecuencias más bajas las áreas de cobertura por estación son mucho mayores que con LMDS y es menos sensible a la lluvia. Sin embargo faltan estándares en esta tecnología a pesar que en el futuro puede servir de gran utilidad a las telecomunicaciones rurales.

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)

La tecnología DECT es una alternativa válida a los bucles de abonado vía cable debido a su rapidez de establecimiento, bajo coste y altas prestaciones. Esto permite a los operadores un rápido despliegue y hacer las modificaciones de la zona de cobertura según las necesidades.

La tecnología DECT usada como WLL en las zonas rurales permite cubrir distancias de 10 km. entre las estaciones base y los equipos de usuario y distancias de hasta 35 km. mediante el uso de repetidores. Pese a que en este entorno las prestaciones disminuyen frente a las ofrecidas en áreas urbanas a distancias cortas, aún se mantiene la disposición de comunicaciones simultáneas de voz y datos a velocidades de hasta 70 kbps.

Algunas características de los sistemas DECT son:

- Alta capacidad debido principalmente a las técnicas MC (Multi Carrier), TDMA y enlaces dúplex por división en el tiempo.
- Traspaso automático de una celda a otra.
- En una misma zona pueden operar diversos sistemas DECT coordinados o no.

- Servicios de voz de alta calidad y datos a distintas velocidades.
- Alta flexibilidad en protocolos definidos lo que permite ampliaciones futuras.

DECT opera en Latinoamérica en las bandas: 1910 – 1930 MHz. En las otras zonas del mundo las frecuencias también rondan los 1900 MHz. Usa un perfil de aplicación para el WLL llamado RAP (Radio Access Profile) el cual posibilita la realización por radio del bucle de abonado y la central.

El uso de este perfil limita los sistemas DECT muchas veces a llegar a un máximo de 5 km. de cobertura, pero como en las zonas rurales muchas veces es necesario cubrir distancias mayores, las soluciones se basan en el sistema corDECT que provee a medias velocidades el acceso simultáneo para comunicaciones de voz y datos pero con fácil despliegue, baja inversión, alta calidad de transmisión de voz y velocidades de hasta 70 kbps (35 kbps en simultáneo con la voz).

Aunque DECT no parece satisfacer plenamente las aplicaciones rurales o de baja densidad, tiene algunas ventajas significativas en áreas de media y alta densidad. La telefonía sin hilos tiene ventajas en términos de escalabilidad y funcionalidad y es aplicable además en nuestra nación.

3.5.2.3 Sistemas basados en empleo de satélites

El satélite ha sido el medio de comunicación más usado para dar soluciones y cobertura, con poca infraestructura, a toda la Tierra; recordemos que con tres satélites geoestacionarios es posible cubrir el espacio terrestre.

Las primeras aplicaciones para las que se utilizaron los satélites de comunicaciones, fueron los enlaces de voz y la difusión de señales de televisión. Las transmisiones por satélite gozaron de gran éxito, el cual, junto con los grandes avances tecnológicos experimentados en los años siguientes, posibilitaron la aparición de estaciones de comunicación por satélite más pequeñas y fiables.

Las bandas a las que generalmente trabajan los enlaces satelitales son:

- Banda C: enlace ascendente a 6 GHz y descendente a 4 GHz.
- Banda Ku: enlace ascendente a 14 GHz y descendente a 11/12 GHz.
- Banda Ka: enlace ascendente a 30 GHz y descendente a 20 GHz.

De las tres bandas, la que presenta menor atenuación por la lluvia, es la banda C, ya que está situada en las frecuencias más bajas de las tres. Las dos bandas restantes presentan mayor atenuación por estos factores, sobre todo la banda Ka, puesto que el tamaño de las gotas de agua es similar a la longitud de onda a estas frecuencias. Por ello, la banda C es la más adecuada para comunicaciones de datos que requieran fiabilidad en zonas tropicales. Sin embargo, las frecuencias utilizadas en esta banda son muy cercanas a las usadas en algunos sistemas de microondas terrestres, lo que puede causar interferencias cuando equipos de este tipo se encuentren en las proximidades de la estación.

VSAT

Los VSAT (Very Small Aperture Terminal) son pequeñas estaciones terrenas de comunicación por satélite. Se pueden considerar pequeñas ya que el tamaño máximo de la antena es de 1,8 m en la banda Ka, 3,8 m en la banda Ku y 7,8 m en la banda C. Debido a su reducido tamaño y a la escasa infraestructura que requieren, la instalación es sencilla y tiene un coste reducido, en comparación con estaciones de tamaño convencional.

Los terminales VSAT se pueden utilizar para llevar a cabo comunicaciones unidireccionales o bidireccionales. Además, los satélites soportan comunicaciones de datos, vídeo, Internet, fax y comunicaciones de voz.

Las redes VSAT pueden utilizar tres modos de funcionamiento distinto que determinan los servicios que pueden prestar SCPC (un único canal por portadora), TDMA (acceso múltiple por división en el tiempo, por lo cual hay varios canales por portadora) y DAMA (acceso múltiple en función de la demanda).

Sus tasas de transferencia variarán del ancho de banda que se contrate en el satélite y del servicio. Como valores típicos para acceso a Internet, se toman los siguientes:

- Hasta 512 kbps en el enlace ascendente (desde el terminal VSAT hacia la red).
- Hasta 2048 kbps en el enlace descendente (desde la red hacia el terminal VSAT).

Los sistemas VSAT, utilizan satélites situados en la órbita geoestacionaria, GEO, puesto que son los más adecuados para prestar servicio a terminales fijos, debido a que la posición del satélite permanece inmóvil respecto de la Tierra. Los satélites MEO y LEO se desplazan a gran velocidad, por lo que son visibles durante poco tiempo, lo que complica el posicionamiento de la antena parabólica. Además, como para mantener el enlace utilizando satélites en órbitas bajas es necesario mantener al

menos dos satélites a la vista, el sistema debería ser capaz de realizar traspasos lo que complicaría aún más el uso de este tipo de satélites.

Modos de Funcionamiento

Los tres modos de funcionamiento mencionados anteriormente poseen las siguientes características:

SCPC consiste en la transmisión continua de los datos del usuario en una única portadora. La señal del satélite, por su parte, se recibe en un único emplazamiento, en el caso de comunicaciones punto a punto, o en numerosos emplazamientos, si se trata de aplicaciones de difusión. Actualmente, también se puede operar en el modo MCPC o múltiples canales por portadora, (Multiple Channel Per Carrier), el cual posibilita la multiplexación de varios canales de datos en un solo canal digital.

TDMA consiste en la división de un canal físico en varios intervalos de tiempo periódicos (slots), cada uno de los cuales se corresponde con una portadora. Las redes TDMA son muy eficaces en costes, pero no son adecuadas para el tráfico de Internet, debido a que todas las estaciones que mantengan comunicaciones en curso, comparten todo el ancho de banda asignado al hub, lo que hace que la velocidad de transmisión se reduzca de manera considerable cuando todas las estaciones están generando tráfico.

DAMA es una red de transmisión por satélite que permite la conexión directa entre dos nodos cualesquiera de la red. Las comunicaciones se establecen entre usuarios, que comparten un espacio del transpondedor limitado, el cual se concede a los mismos bajo demanda. DAMA soporta comunicaciones entre puntos cualesquiera de la red, punto a punto y punto a multipunto. Por ello, el ancho de banda se comparte de manera económica y flexible con cualquier mezcla de tráfico de voz, fax, vídeo y datos. La principal ventaja de un sistema DAMA consiste en que varios usuarios pueden ser atendidos empleando una fracción de los recursos del satélite requeridos por un sistema SCPC que se utilizase para dar un servicio similar.

Regulación en sistemas satelitales

En cuanto a la regulación, son necesarios cumplir tres pasos importantes:

- Obtener la licencia de operación, cumpliendo con la regulación de radio de la UIT. Debe evitarse interferencias con otros sistemas instalados previamente.

- Contactar con los propietarios de un satélite para poder acceder al tramo espacial. El operador del VSAT en tierra debe cumplir con los requisitos requeridos por el satélite.
- Obtener los permisos de instalación ya que deben cumplirse los reglamentos locales y de protección del entorno.

Sistemas integrados

Es posible realizar soluciones de comunicaciones basadas en VSAT para dar servicio a zonas rurales en vías de desarrollo, utilizando únicamente dicha tecnología o combinándola con otras, para conseguir una red que se adapte a las necesidades de la zona con el menor coste posible.

Estas soluciones variarán según la cantidad de gente de las zonas donde se desee llevar las tecnologías y también variará según las distintas tecnologías con las que se puede integrar los sistemas satelitales. Casos actualmente en uso en zonas rurales son VSAT conectados a líneas de abonado (WLL) o también VSAT unidos con WI-FI.

Muchas zonas rurales carecen de un enlace en infraestructura terrenal para el acceso por marcación al punto de presencia Internet más cercano. En estas zonas, el acceso a Internet mediante una conexión por satélite en dos sentidos puede ser una opción viable. Sin embargo, al igual que todas las aplicaciones por satélite, los costos fijos del segmento espacial pueden representar un gasto considerable.

La fijación del precio del segmento espacial se basa en fórmulas complejas que abarcan muchos parámetros, lo que dificulta una generalización de los costos fijos del acceso a Internet por satélite en dos sentidos. Por consiguiente, es importante revisar cuidadosamente los costos de la solución total durante el periodo de vida útil, en relación con las opciones de conectividad terrenal.

3.5.2.4 Sistemas de radio

Son sistemas de comunicación que emplean los sistemas de radio usados en las emisiones de los radioaficionados. Desde hace muchos años se observó que al usar emisiones de radio se obtenían mayores alcances y contactos más seguros cuanto más larga era la onda. Sin embargo usar ondas largas tiene inconvenientes como que las antenas deben ser mayores, se deben utilizar mayores potencias y el ruido atmosférico es una importante fuente de disturbios.

Las principales características de estas tecnologías son que tienen prestaciones medias y velocidades entre bajas y muy bajas. Positivamente encontramos que el costo de los equipos es muy bajo y no hay costos de operación. Estas consideraciones nos muestran que estas tecnologías son las más económicas de todas.

Equipamiento Base

El equipamiento base para poder instalar un sistema de radio, aplicado principalmente para las zonas rurales consiste en los siguientes elementos:

- Una PC
- Un módem de radio
- Un transceptor
- Una antena
- Un sistema alimentador de energía

Sin embargo, muchas veces (especialmente en telecomunicaciones rurales), en lugar de un módem de calidad telefónica es usado un controlador de nodo terminal (TNC) que adapta las señales entre la PC y el transceptor, empaquetando y desempaquetando los datos.

El protocolo usado en este tipo de transmisiones es el AX.25 (RFC 1226 describe su modo de encapsulamiento) y ahora se han implementado los protocolos TCP/IP para la utilización de los recursos de esta red como son FTP, para la transferencia de ficheros; SMTP, para el correo electrónico, o NNTP, para la transferencia de las noticias. Sin embargo no está implementado este servicio completamente y está en inicio.

Las funciones de empaquetamiento y desempaquetamiento de datos son realizadas por medio de software e la PC, esto se logra mediante el uso de un modo especial de funcionamiento en el TNC, el modo como *Keep it Short & Simple (KISS)*.

La programación y el manejo del TNC son sencillos y se hace con software en la terminal o incluso con aplicaciones de interfaz gráfica, razón por la cual el mantenimiento es asequible e incluso fácil de capacitar para los encargados locales.

Para las estaciones terminales sencillas, se usan aplicaciones DOS que permiten utilizar como terminales las antiguas computadoras estilo 386.

HF/VHF/UHF

Los sistemas de radio más usados son VHF, UHF y HF. Sus principales características son:

| FRECUENCIA | DENOMINACIÓN | | LONGITUD DE ONDA |
|--------------|------------------------------|-----|------------------|
| 3-30 MHz | Frecuencia alta (onda corta) | HF | 100-10 m |
| 30-300 MHz | Frecuencia muy alta | VHF | 10-1 m |
| 300-3000 MHz | Frecuencia ultraelevada | UHF | 1 m-10 cm |

Cuadro N°3.6. Principales frecuencias usadas en radiocomunicación

En VHF/UHF se consiguen velocidades en promedio de 9 600 bps, esto se da debido a la longitud del enlace y a la necesidad de visión directa muchas veces entre las antenas. En caso no se tenga esta visión directa, las velocidades varían. Además con buenos equipos y software es posible llegar a 17 kbps.

En el caso de HF, se usan modems muy caros y lentos donde en promedio se logran velocidades de 2 000 a 3 200 bps con esta frecuencia.

Perfiles

Un punto muy importante en el uso de las tecnologías HF/VHF/UHF es el diseño del perfil. Es necesario trazar el perfil del proyecto para lo que se hace uso de planos que en este caso deben ser otorgados por entidades como el IGN (Instituto Geográfico Nacional). Además deben ubicarse los obstáculos u obstrucciones y puntos de reflexión como los cuerpos de agua.

Además es importante ver los efectos que ejercerán en el sistema situaciones como el curvamiento del haz debido a la refracción o las zonas de fresnel para los efectos de la reflexión.

Las principales ventajas que encontramos en el uso de estas tecnologías son:

- Multiplexación
- Detección de errores
- Trabajo en modo automático
- Larga distancia de transmisión
- Transparencia al usuario

Con el término multiplexación se hace referencia a la posibilidad de que varios usuarios estén utilizando la misma frecuencia de transmisión simultáneamente, sin que este hecho conlleve ningún error ni se mezclen los paquetes de cada uno.

Como vemos se trata de tecnologías largamente probadas y usadas en ambientes y zonas rurales. Fáciles de implementar, crecientes y siendo desarrolladas (el uso de protocolos como el TCP/IP lo demuestra) y económicas. La principal desventaja se encuentra en las bajas velocidades que soportan pero son soluciones aceptables dependiendo de los lugares de aplicación.

3.5.2.5 Sistemas WI-FI

En 1997 el IEEE definió la norma IEEE 802.11 para la transmisión de datos en redes inalámbricas. Las versiones posteriores del mismo, como el 802.11b, han tenido tal aceptación por los fabricantes y los usuarios que se han convertido en el estándar de facto para redes inalámbricas. Posteriormente el 802.11b fue conocido como WI-FI.

En un inicio, los estándares del IEEE para redes inalámbricas fueron pensados para aplicaciones en redes LAN y en interiores. Sin embargo, estos estándares han demostrado ser idóneos también para su aplicación en exteriores, sobre todo en redes punto a punto, usando este sistema es posible aumentar los rangos de cobertura de las redes. Este hecho es el que nos posibilita que WI-FI pueda ser considerada como una tecnología apropiada para su aplicación en zonas rurales.

Estándares

El estándar 802.11 original, es la base de todos los siguientes debido a que provee los medios para autenticar y autorizar conexiones de dispositivos a puertos de LAN cableadas e inalámbricas. En el estándar, se definen tanto el protocolo de autenticación extensible, EAP (Extensible Authentication Protocol) para realizar las autenticaciones de usuarios en la red, como la capa física por la que se producirá la conexión. Los estándares posteriores, 802.11a, 802.11b 802.11g cambian la definición de la capa física para adaptarla a las frecuencias que emplean y las velocidades que consiguen.

| ESTÁNDAR | BANDA DE FRECUENCIA | VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN |
|-------------|---------------------|---------------------------------|
| IEEE802.11 | 2,4 GHz | 2 Mbps |
| IEEE802.11a | 5,8 GHz | 54 Mbps |
| IEEE802.11b | 2,4 GHz | 11 Mbps |
| IEEE802.11g | 2,4 GHz | 20 Mbps (DSSS) / 56 Mbps (OFDM) |

Cuadro N°3.7. Estándares WI-FI

El estándar más usado es el 802.11b, que puede llegar de manera teórica a los 11 Mbps pero tiene un rendimiento real en promedio de 6 a 8 Mbps. Una de las principales desventajas del 802.11b es que al operar en los 2,4 GHz puede encontrar muchos equipos que le causen interferencia como los teléfonos inalámbricos. Pero en zonas rurales es más difícil encontrar estos casos. Además, en nuestro país debido a que el estándar 802.11b posee certificación WI-FI, es posible encontrar una mayor cantidad de equipos homologados.

Características

Las velocidades de transmisión en las redes WI-FI varían según la frecuencia en la que se transmita:

- 2.4 GHz: es posible llegar a los 11 Mbps (5,5 Mbps real) en 802.11b y 54 Mbps (36 Mbps real) con 802.11g.
- 5,8 GHz: es posible llegar a 54 Mbps (36 Mbps real) con 802.11a.

Se trabaja con dos protocolos para acceder al medio: protocolos con arbitraje (FDMA y TDMA) y protocolos de contienda (CSMA/CA).

Además es posible crear redes IP móviles debido a la facilidad de traslación de sus terminales móviles en el entorno de los puntos de acceso. Importante también es la posibilidad de llevar a cabo comunicaciones de voz mediante el uso de VoIP, al igual que se logra en las redes LAN.

Por otro lado se tienen en este tipo de tecnologías facilidad de instalación y eficiencia en costes muy aceptables para las telecomunicaciones rurales. Como ejemplo cabe destacar que el estándar 802.11 define un mecanismo para que los equipos pasen a un modo de ahorro de energía en períodos largos.

El principal punto en contra que puede encontrarse en el diseño de un sistema de telecomunicaciones aplicado con WI-FI, es la necesidad de tener línea de vista entre

dos puntos. Este hecho limita la distancia que puede cubrirse en un enlace ya sea por la presencia de obstáculos o por el límite que impone la propia curvatura terrestre.

Métodos de transmisión

Los métodos de transmisión más usados por el estándar WI-FI son el DSSS y el FHSS.

▪ **Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)**

Este método expande la señal útil sobre todo el rango de frecuencias disponible en un canal. Al igual que Ethernet los datos son divididos en paquetes de información, solo que estos paquetes son enviados a través de varias frecuencias, esto es conocido como "Hopping Pattern", la intención de enviar la información por varias frecuencias es cuestión de seguridad, ya que si la información fuera enviada por una sola frecuencia sería muy fácil interceptarla. Además, para llevar a cabo la transmisión de datos es necesario que tanto el aparato que envía como el que recibe información coordinen este denominado "Hopping Pattern".

El estándar IEEE 802.11 ha definido dos tipos de modulación para la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS), la modulación DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) y la modulación DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying), que proporcionan una velocidad de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

El IEEE incorporó una revisión de este método en el estándar 802.11b, que además de mejoras en seguridad, lograba un aumento de la velocidad de transmisión hasta los 11Mbps, lo que incrementa notablemente el rendimiento de este tipo de redes.

▪ **Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)**

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS) consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo inferior a 400 ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo.

La manera en que FHSS logra esto es mediante un transmisor; cada transmisor agrega bits adicionales a los paquetes de información y únicamente el receptor que conoce el algoritmo de estos bits adicionales es capaz de descifrar los datos.

El estándar IEEE 802.11 define la modulación aplicable en este caso. Se utiliza la modulación en frecuencia FSK (Frequency Shift Keying), con una velocidad de 1Mbps ampliable a 2Mbps. Sin embargo, en la revisión del estándar 802.11 efectuada con el 802.11b, esta velocidad también ha aumentado a 11Mbps.

La tecnología WI-FI posibilita ampliaciones de la red, fáciles y rápidas. En los casos en los que el nuevo dispositivo cliente esté en el área de cobertura de un punto de acceso, y éste disponga de capacidad suficiente para darle servicio, únicamente es necesario instalar el nuevo dispositivo. En caso contrario, puede ser necesaria la instalación de otro punto de acceso.

La tecnología WI-FI ofrece unas prestaciones elevadas, que posibilitarían la prestación de muchos servicios como la navegación por Internet a alta velocidad, la aplicación de correo electrónico, llevar a cabo comunicaciones de voz mediante el protocolo VoIP y la transmisión de datos en gran cantidad lo que la hace una interesante opción para su aplicación en áreas rurales.

Sin embargo, antes de decidir si WI-FI es una tecnología apropiada para la aplicación en un proyecto concreto en el ámbito de regiones como las consideradas, es necesario analizar las distancias a cubrir por los enlaces y la orografía del terreno, puesto que se requiere línea de vista entre las antenas.

3.6 LA ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El análisis parte ahora de la organización preestablecida en la región donde se plantea la investigación. La necesidad de realizar este análisis se basa en poder definir el sistema de organización que se posee actualmente, además de las diversas maneras de comunicación previamente establecidas y que estén en uso. Una vez conocido esto se puede determinar distintas variables que nos orientarán a encontrar la solución tecnológica apropiada que pueda innovar los sistemas existentes y mejorar la calidad de servicio que se esté brindando y donde se vea implicado el nuevo diseño.

A partir de este estudio se puede obtener el grado de insatisfacción con el actual estado de las cosas, identificar áreas problemáticas y dentro de éstas, encontrar problemas específicos que puedan ser resueltos mediante la acción. Esto llevará a formular distintas hipótesis y elegir la más adecuada. En el caso de las telecomunicaciones esto podría darse buscando diversas tecnologías aplicables al ámbito rural y mediante el diagnóstico de los datos recopilados previamente llegar a definir la tecnología a usar.

Como en nuestro caso se trata del sector salud se debe tomar el análisis directamente de las autoridades cercanas. Se especifica ahora la organización de salud en la Región de Madre de Dios haciendo énfasis en la parte del manejo de información.

3.6.1 Redes y Microredes

Según los criterios de conformación de redes y microredes de servicios de salud, para establecer una sola Red de Servicios de Salud es necesario contar con más de 100 000 habitantes. Debido a que el departamento de Madre de Dios cuenta con aproximadamente 90 000 habitantes, se ha establecido la conformación de una sola Red de Servicios de Salud denominada Red Madre de Dios, conformada por diez microredes que agrupan a un total de 110 establecimientos de salud los cuales conforman a veinticuatro Comunidades Locales de Administración de Salud (CLAS) agregados.

Para la creación de estas microredes se ha tenido en cuenta el criterio de accesibilidad y han sido ubicadas según la población, es decir tenemos mucho más microredes para el lado oriental de la región Madre de Dios debido a que en el lado occidental se tienen más que todo comunidades indígenas y pueblos dentro de la extensa vegetación de la región. La población se concentra al lado este de Madre de Dios.

La principal ventaja de una Red de Servicios de Salud es que posee un sistema administrativo propio. En este caso todas las microredes parte de esta Red Madre de Dios tienen un núcleo central de la región la cual es la Dirección Regional de Salud de Madre de Dios.

3.6.2 Dirección Regional de Salud

La Dirección de Salud Madre de Dios (DISA) es el núcleo central de la organización de la salud en al Región de Madre de Dios. Las 10 microredes existentes informan a la DISA las eventualidades y noticias que transcurren en sus localidades. Aquí es donde se envían los reportes periódicos de la situación de la salud en cada microred. Sin embargo debido a la falta de comunicación e información se tienen datos erróneos, por ejemplo en la microred del Manu en teoría no hay muertos hace 5 años así como tampoco hay recién nacidos.

El principal objetivo que se plantea la DISA, en cuanto a la mejora de sus sistemas de información, es poder tener la información transparente. La directiva de la DISA espera poder responder a la pregunta: ¿De qué manera mejoramos la interconexión en salud? La ventaja de tener la información de manera transparente es que quien lo desee puede tener acceso a la información que necesite, en el momento que lo desee.

Se plantea tener sistemas de salud más activos en los centros de concentración. Para conocer esto es preciso estar al tanto de los establecimientos de salud de la región. La región Madre de Dios cuenta con 110 establecimientos de salud los que se distribuyen de la siguiente manera:

- 2 Hospitales
- 10 Centros de Salud
- 98 Puestos de Salud

3.6.3 Las Microredes

En este punto se hará un resumen de las 10 microredes en la región de Madre de Dios, luego en base a la elección de ruta se indicarán las que formaran parte del enlace. Los mapas de las microredes se pueden encontrar en el anexo nº 2.

Microred Colorado

- Conformada por 7 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 11 000 habitantes.
- Única microred que abarca totalmente un solo distrito.

- Su cabecera es el Centro de Salud Boca Colorado por ser el único centro de salud que tiene un equipo multidisciplinario de profesionales y es accesible a los demás establecimientos de la microrred.
- Los establecimientos se comunican por el Río Madre de Dios. No hay transporte terrestre entre ellos.

Microrred Laberinto

Conformada por 9 establecimientos de salud.

- Aproximadamente 5 638 habitantes.
- Se encuentra dentro de la provincia de Tambopata pero abarca los distritos de Laberinto e Inambari.
- Su cabecera es el Centro de Salud Laberinto ya que es el único centro de salud de la microrred y posee un equipo de profesionales que garantizan un nivel de atención adecuado.
- El único medio de transporte entre establecimientos es fluvial, por el río Madre de Dios.

Microrred Planchón

- Conformada por 11 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 4 171 habitantes.
- La cabecera de microrred es el Centro de Salud Planchón, el único que cuenta con un equipo de profesionales y estructura adecuados.
- Los establecimientos de salud comparten las mismas características geográficas y principalmente todos ellos tienen un mismo acceso vial de ingreso y salida, la carretera “Interoceánica” que une el departamento y de la cual surgen trochas que se dirigen a las comunidades y establecimientos de la red.

Microrred Jorge Chávez

- Conformada por 21 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 18 335 habitantes.
- La cabecera de la microrred es el Centro de Salud Jorge Chávez debido a que es el único centro de salud de todos los establecimientos y porque es el establecimiento que cuenta con un equipo de profesionales.

- Sus establecimientos pertenecen a la provincia de Tambopata y están incomunicados por medio de la carretera Puerto Maldonado – Mazuko y por el río Madre de Dios.

Microred Huepetuhue

- Conformada por 5 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 8 528 habitantes.
- La cabecera de la microred es el Centro de Salud Huepetuhue el cual es el único centro de salud con equipo de profesionales, movilidad y sala de operaciones.

Microred Mazuko

- Conformada por 11 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 7 134 habitantes.
- La cabecera de la microred es el Centro de Salud Mazuko.
- Los medios de transporte utilizados en esta microred son a través del río Inambari y por la carretera que une Mazuko con Puerto Maldonado.

Microred Salvación

- Conformada por 10 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 3 015 habitantes.
- La cabecera de la microred es el Centro de Salud Salvación, debido a su accesibilidad y a contar con equipo de profesionales, infraestructura y movilidad.
- La vía de acceso a esta microred es por el departamento del Cuzco debido a lo costoso del acceso desde Puerto Maldonado, ya sea por vía terrestre o fluvial. Es por esto que su establecimiento de referencia es el hospital regional del Cuzco.

Microred Iberia

- Conformada por 12 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 5 921 habitantes.
- La cabecera de la microred es el Hospital San Martín de Porres.
- La vía de acceso es por la carretera Puerto Maldonado – Iñapari.

Microred Nuevo Milenio

- Conformada por 15 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 29 017 habitantes.
- La característica de esta microred es que 8 establecimientos están en la zona urbana de Puerto Maldonado y el resto en la zona rural, siendo el río Tambopata el medio de transporte más usado.
- La cabecera de microred es el Centro de Salud Nuevo Milenio debido a tener mejores características de personal y equipamiento que el resto.

Microred Mávila

- Conformada por 9 establecimientos de salud.
- Aproximadamente 3 687 habitantes.
- La cabecera de la microred es el Centro de Salud Mávila.
- Todos los establecimientos se encuentran interconectados mediante la carretera interoceánica y se encuentran en la zona de frontera con Bolivia.

3.6.4 Establecimientos de Salud

Los establecimientos de salud que posee la región de Madre de Dios están divididos en Hospitales, Centros de Salud y Puestos de Salud.

HOSPITALES

Se tienen dos hospitales en la región de Madre de Dios, el hospital Santa Rosa en el distrito de Tambopata y el hospital San Martín en el distrito de Iberia. El primero es el más grande de la región y el que cuenta con mayores recursos.

El hospital Santa Rosa es el establecimiento de salud que cuenta con la mejor red informática de la región. Poseen aproximadamente 60 computadoras personales conectadas la mayoría en red. Tienen también una máquina en funcionamiento como servidor con Windows NT 4.0 y otra como firewall ISR 2000.

El hospital posee un enlace de 64 kbps para el acceso a Internet. Para lo que es acceso a correo electrónico utilizan el Microsoft Outlook y se basan en una plataforma de desarrollo por áreas. Cabe destacar que se tiene acceso al correo electrónico las 24 horas. Además poseen cuatro políticas de acceso a Internet:

- DÍA: conexión en horas de la mañana.
- NOCHE: conexión en horas de la noche.
- TOTAL: conexión todo el día
- DOWNLOAD: conexión exclusiva para bajar distinto tipo de software o documentos.

Se encontró en este hospital una gran necesidad de acceder a áreas en Lima para actualizar datos y tener novedades, además la necesidad de poseer sus bases de datos al día.

En el caso del hospital San Martín la situación es diferente debido a que es más alejado de la capital y cuenta con menos recursos. Este hospital en primer lugar no posee teléfono ni Internet, sus comunicaciones las realiza con radio. En caso de necesitar el teléfono hacen uso del teléfono comunitario del distrito.

La localidad posee acceso a Internet a través de un colegio que tiene enlace a la red por medio del Plan Huascarán. En caso de que se requiera información de la DISA es recibida por la vía del correo electrónico.

Cerca de este hospital se tienen aproximadamente siete puestos de salud, el 70% de éstos cuentan con radio con los cuales se comunican con el hospital. En el caso de los puestos de salud que no cuentan con radios propias, se hace uso de radios particulares en la zona.

Este hospital cuenta con unas 7 computadoras personales las cuales no están interconectadas, no se posee una red interna en la zona. En el caso de la información que es necesaria enviar periódicamente a la DISA, el departamento de Estadística la procesaba.

CENTROS DE SALUD

Los centros de salud funcionan como cabeceras de los distintos CLAS, no cuentan con tanta infraestructura como los hospitales, sin embargo sirven de punto central para los puestos de salud en cada microred.

Para el análisis de los centros de salud tomaremos uno como modelo, en este caso se tomará el Centro de Salud de Iñapari en la frontera con Bolivia. En este Centro de Salud se poseen 2 computadoras personales pero solo una está instalada, además

cuentan con una impresora aunque la mayoría de la información que usan es manual. Actualmente el Centro de Salud no cuenta con Internet debido a problemas técnicos. En el caso de la comunicación, el puesto más alejado dentro de su CLAS es el de Bélgica y con ellos poseen comunicación a través de la radio. Para el resto no poseen manera de comunicarse rápidamente, además la radio se apaga a las 7:30 pm. En caso de que se desee hacer comunicaciones se hace uso de radios particulares, por ejemplo de las empresas madereras de la zona.

Ante emergencias, el Centro de Salud de Iñapari las deriva hacia el hospital San Martín, sin embargo no tienen manera de avisar previamente de que una va en camino salvo usando mensajeros ocasionales o un carro que esté pasando en la ruta. En caso de no encontrar se va directo al hospital.

Otro punto importante es que sólo se posee electricidad hasta la media noche, debido a que es la electricidad del distrito de Iñapari. Esto se da en muchos casos en los distintos Centros de salud en Madre de Dios, que se ven afectados por depender directamente de la energía eléctrica de los distritos donde se encuentran.

PUESTOS DE SALUD

Son los establecimientos más simples dentro de la escala organizativa de la administración de la salud. No cuentan casi nunca con médicos sino con técnicos y no están debidamente preparados para emergencias por lo que en estas ocasiones derivan el caso al Centro de Salud más cercano.

El puesto de salud que tomaremos como modelo de análisis es el de San Lorenzo. El puesto de San Lorenzo no posee luz eléctrica propia, es decir, cuando la luz eléctrica del pueblo se apaga, el Puesto de Salud queda sin energía eléctrica y por ende, incomunicado debido a que cuenta con un radio a electricidad.

En el caso del personal asignado, cuentan un técnico de medicina, sin embargo para casos que representen una mayor necesidad no es posible comunicarse rápidamente con un médico de un Centro de Salud cercano cuando no se tiene el radio operativo.

En cuanto a los Puestos de Salud que no poseen equipos de radio, la mayoría busca distintos tipos de comunicarse e interconectarse con otros, haciendo convenios por ejemplo con las empresas madereras.

Como se ha podido notar, el principal medio con el que cuentan los distintos establecimientos de salud son los equipos de radio. A continuación se detalla en el cuadro los establecimientos de salud que cuentan con radio.

| N° | PROVINCIA | DISTRITO | ESTABLECIMIENTO |
|----|-----------|-------------|---------------------|
| 1 | Tambopata | Inambari | C.S. Mazuco |
| 2 | Tambopata | Inambari | P.S. Jayave |
| 3 | Tambopata | Inambari | P.S. Santa Rita |
| 4 | Tambopata | Inambari | P.S. Santa Rosa |
| 5 | Tambopata | Laberinto | C.S. Laberinto |
| 6 | Tambopata | Laberinto | P.S. Baltimore |
| 7 | Tambopata | Laberinto | P.S. Las Mercedes |
| 8 | Tambopata | Las Piedras | C.S. Alegría |
| 9 | Tambopata | Las Piedras | C.S. Mávila |
| 10 | Tambopata | Las Piedras | C.S. Planchón |
| 11 | Tambopata | Las Piedras | P.S. Sabaluyoc |
| 12 | Tambopata | Tambopata | C.S. Jorge Chavez |
| 13 | Tambopata | Tambopata | Central Pto.Mald. |
| 14 | Tambopata | Tambopata | Central Pto.Mald. |
| 15 | Tambopata | Tambopata | Coord. PAAG |
| 16 | Tambopata | Tambopata | Hptal. Santa Rosa |
| 17 | Tambopata | Tambopata | P.S. Lago Valencia |
| 18 | Tambopata | Tambopata | P.S. Monte Salvado |
| 19 | Tambopata | Tambopata | P.S. Palma Real |
| 20 | Tambopata | Tambopata | P.S. Puerto Pardo |
| 21 | Tambopata | Tambopata | P.S. Puerto Unión |
| 22 | Tambopata | Tambopata | P.S. Sonene |
| 23 | Tahuamanu | Iberia | Hptal. S. M. Iberia |
| 24 | Tahuamanu | Iñapari | C.S. Iñapari |
| 25 | Tahuamanu | Iñapari | P.S. Bélgica |
| 26 | Tahuamanu | Tahuamanu | C.S. Alerta |
| 27 | Manu | Fitzcarrald | C.S. Boca Manu |
| 28 | Manu | Fitzcarrald | P.S. Tayacome |
| 29 | Manu | Fitzcarrald | P.S. Yomibato |
| 30 | Manu | Huepetuhe | C.S. Huepetuhe |
| 31 | Manu | Huepetuhe | P.S. Choque |
| 32 | Manu | M.de Dios | C.S. Colorado |
| 33 | Manu | M.de Dios | P.S. S.José Karene |
| 34 | Manu | M.de Dios | P.S. S.Juan Grande |
| 35 | Manu | Manu | C.S. Itahuanía |
| 36 | Manu | Manu | C.S. Salvación |
| 37 | Manu | Manu | C.S. Shintuya |
| 38 | Manu | Manu | P.S. Diamante |

Cuadro N°3.8. Establecimientos de Salud que poseen radio en Madre de Dios

3.6.5 Equipos Usados

En la DISA se cuenta con aproximadamente 80 computadoras personales. La interconexión se logra mediante 8 hubs.

| ESTADO | CANTIDAD |
|-----------------------------|-----------|
| ÓPTIMO | 51 |
| REGULAR | 11 |
| MUY REGULAR (RENOVACION) | 17 |
| CPU MALGRADOS | 3 |
| TOTAL | 82 |

Cuadro N°3.9. Estado de equipos e impresoras - Dirección Regional de Salud- Madre de Dios

Además se cuenta con un informe de los equipos de cómputo con los que cuentan los establecimientos de salud en la región. Ponemos a manera de ejemplo el número de equipos informáticos de los establecimientos en la ruta Puerto Maldonado – Iñapari.

| ESTABLECIMIENTO | Nro. Pcs. | Nro. Monitores | Nro. Impresoras |
|---------------------------|-----------|----------------|-----------------|
| Centro de Salud Planchón | 02 | 02 | 02 |
| Centro de Salud Alegría | 01 | 01 | 02 |
| Centro de Salud Mavila | 01 | 01 | 00 |
| Centro de Salud de Alerta | 02 | 02 | 02 |
| Hospital S.M.I. Iberia | 08 | 08 | 05 |
| Centro de Salud Iñapari | 02 | 02 | 02 |

*Cuadro N°3.10. Equipos de cómputo de algunos establecimientos de salud de Madre de Dios
Ruta Puerto Maldonado a Iñapari*

En la DISA se encuentra la estación central del sistema de comunicación en la unidad de Telecomunicaciones. Se informó que en la actualidad el sistema es lento y además son pocos los establecimientos que cuentan con este sistema de radio. Los equipos usados son los siguientes:

| N° | ESTABLECIMIENTO DE SALUD | RADIO TRANSRECEPTOR | |
|----|--------------------------|---------------------|------------|
| | | MARCA | MODELO |
| 1 | Central Pto.Mald. | YAESU | SYSTEM 600 |
| 2 | Central Pto.Mald. | YAESU | SYSTEM 600 |
| 3 | Hptal. Sn. M. Iberia | YAESU | FT-80 C |
| 4 | C.S. Iñapari | YAESU | SYSTEM 600 |
| 5 | C.S. Salvación | CODAN | 9480 |
| 6 | C.S. Huaypethue | YAESU | SYSTEM 600 |

| N° | ESTABLECIMIENTO DE SALUD | RADIO TRANSRECEPTOR | |
|----|--------------------------|---------------------|------------|
| | | MARCA | MODELO |
| 7 | C.S. Colorado | YAESU | SYSTEM 600 |
| 8 | C.S. Mazuco | KENWOOD | TRC80 |
| 9 | C.S. Alerta | YAESU | FT-80 C |
| 10 | C.S. Mavila | YAESU | FT-80 C |
| 11 | C.S. Planchón | YAESU | FT-80 C |
| 12 | C.S. Laberinto | YAESU | FT-80 C |
| 13 | C.S. Alegría | YAESU | FT-80 C |
| 14 | P.S. Puerto Pardo | YAESU | FT-80 C |
| 15 | P.S. Puerto Unión | YAESU | FT-80 C |
| 16 | P.S. Jayave | YAESU | FT-80 C |
| 17 | P.S. Baltimore | YAESU | SYSTEM 600 |
| 18 | P.S. Sabaluyoc | YAESU | SYSTEM 600 |
| 19 | P.S. Las Mercedes | YAESU | FT-80 C |
| 20 | C.S. Jorge Chavez | YAESU | SYSTEM 600 |
| 21 | C.S. Shintuya | YAESU | FT-80 C |
| 22 | P.S. Tayacome | YAESU | FT-80 C |
| 23 | P.S. Yomibato | YAESU | FT-80 C |
| 24 | C. S. Boca Manu | YAESU | FT-80 C |
| 25 | C.S. Itahuania | YAESU | SYSTEM 600 |
| 26 | P.S. Diamante | YAESU | SYSTEM 600 |
| 27 | P.S. Santa Rita | YAESU | FT-80 C |
| 28 | P.S. Santa Rosa | YAESU | SYSTEM 600 |
| 29 | P.S. Bélgica | YAESU | FT-80 C |
| 30 | P.S. Lago Valencia | YAESU | SYSTEM 600 |
| 31 | P.S. Sn. Juan Grande | YAESU | FT-80 C |
| 32 | P.S. Sonene | YAESU | SYSTEM 600 |
| 33 | P.S. Sn. Jose Karene | YAESU | SYSTEM 600 |
| 34 | P.S. Monte Salvado | YAESU | SYSTEM 600 |
| 35 | P.S. Choque | YAESU | SYSTEM 600 |
| 36 | Región de Salud MDD | YAESU | SYSTEM 600 |
| 37 | Hptal. Santa Rosa | YAESU | SYSTEM 600 |
| 38 | P.S. Palma Real | YAESU | FT 757 |

Cuadro N°3.11. Marcas y modelos de los equipos de radio en los establecimientos de salud de Madre de Dios

Como hemos visto en el cuadro, los principales equipos de radiocomunicación usados son de marca Yaesu. Los más usados son:

YAESU SYSTEM600

Tiene la capacidad de poder trabajar como estación base o móvil. Sus principales características son:

- Rangos de frecuencia:
 - Recepción: 50 KHz – 30 MHz
 - Transmisión: 1,8 MHz – 30 MHz
- Potencia de salida en radiofrecuencia: 100 watts
- Consumo de Corriente:
 - Recepción (sin señal): 1.2 A.
 - Transmisión: 20 A.
- Voltaje de Alimentación: 13.8 V. (DC)



Figura N°3.3. YAESU – SYSTEM600
Fuente: Internet

YAESU FT-80 C

Al igual que el modelo anterior incluye la capacidad de trabajar como estación base o móvil. Sus principales características son:

- Rangos de frecuencia:
 - Recepción: 50 KHz – 30 MHz
 - Transmisión: 1,8 MHz – 30 MHz
- Potencia de salida en radiofrecuencia: 25 - 100 watts
- Consumo de Corriente:
 - Recepción (sin señal): 1.2 A.
 - Transmisión: 20 A.
- Voltaje de Alimentación: 13.8 V. (DC)



Figura N°3.4. YAESU – FT-80C
Fuente: Internet

Además de estos equipos se cuentan con un par de radios más. Uno de marca Kenwood-TRC80 en el centro de salud Mazuco y otro de marca CODAN – 9480 en el centro de salud Salvación.

Cabe destacar que los equipos YAESU cuentan con la homologación del MTC. La del SYSTEM600 está vigente hasta noviembre del 2007 y la del FT-80 C hasta marzo del 2009. La homologación de los equipos Kenwood y CODAN por el contrario venció el año 2001 y el año 2002 respectivamente.

3.6.6 Tipo de Información

RADIOGRAMAS

Para mantenerse informados a diario, los establecimientos de salud que cuentan con equipos de radio en la región de Madre de Dios hacen llegar a la DISA una forma de comunicación conocida como radiogramas.

Estos radiogramas consisten en transmitir a través de la radio mensajes hablados con información importante para la DISA, como casos nuevos de enfermedades, casos especiales e información adicional. Estos radiogramas son recibidos en la DISA, copiados y almacenados. Diariamente se transmiten de 13 a 15 radiogramas y son recibidos entre 5 a 8.

Lamentablemente y como hemos visto antes, no todos los puestos de salud tienen equipos de radio por lo que una gran cantidad de información queda en sus respectivas localidades.

HOJAS HIS

Son el principal documento a comunicar a la DISA. Las hojas HIS (Health Information System) son documentos elaborados por el Ministerio de Salud donde se indica la principal información de las consultas realizadas en los establecimientos de salud.

Como se puede ver en el anexo n° 5, el caso de cada paciente será llenado para posteriormente ser recopilado y transmitido. Se indicará el código de la historia clínica del paciente, distrito de procedencia edad, sexo, diagnóstico, motivo de consulta y/o actividad de salud, además del tipo de diagnóstico (presuntivo, definitivo o repetitivo).

De acuerdo a la última directiva de la DISA sobre los sistemas de información se ha decidido realizar una unificación de formatos. Así las hojas HIS serán la manera única para elaborar reportes en los campos generales de la salud, quedando eliminados los formatos tradicionales específicos para diversas enfermedades. El documento completo se encuentra en el anexo n° 4.

Según este documento, el cronograma que se sigue es el siguiente:

1. Los días 20 de cada mes se cierra la información de las hojas HIS en todos los establecimientos de salud.
2. Los días 21 y 22 se entregan las hojas HIS a las cabeceras de las microredes.
3. Los días 23 se revisa en cada cabecera de microred y se aplica el control de calidad.
4. Del día 24 al 30 o 31 se realiza la digitación de las hojas HIS.
5. Los tres primeros días del siguiente mes es enviada mediante diskettes la información digitada a la DISA.
6. Los días 4 y 5 se da el control de calidad en la DISA y se envía luego al Nivel Central.

Sin embargo, pocas veces se está cumpliendo esta directiva debido a atrasos en los establecimientos de salud por falta de personal que pueda realizar la digitación en las cabeceras. Muchas veces esta digitación se termina realizando en la unidad de Estadística de la misma DISA lo que conlleva el atraso general y la sobrecarga de trabajo en esta unidad.

Como vemos, en caso de contar con un sistema que interconecte los distintos establecimientos, este trabajo se puede reducir de los casi quince días que toma a unos pocos, además de que la información se podría mantener segura y en formato electrónico desde un inicio.

3.6.7 Requerimientos del Personal Médico

Un punto importante que se tomó en cuenta fue recoger las impresiones del personal médico con respecto al sistema que se generaría. Esto puede darnos información útil debido a que se busca realizar un sistema que mejore la situación del tratamiento de la información y en base a esto facilitar las actividades del personal, además de incrementar las diferentes acciones que se realizan en la región.

Dentro de los Puestos de Salud, el personal técnico solicitó, con respecto al manejo de la información, de que se pueda tener comunicación fluida con otros establecimientos para casos de consulta o emergencias.

En los Centros de Salud, donde cuentan ya con más personal incluidos médicos, algunos de ellos a través del programa SERUM, se desea tener también comunicación permanente, principalmente con los hospitales cercanos. Además de esto se quisiera poder tener acceso a documentación en línea para elevar el aprendizaje o en el caso de los médicos SERUM poder llenar sus reportes enviarlos de manera directa. Informar de los diagnósticos y reportes evitando el tener que hacer uso de los medios de comunicación mencionados líneas arriba (automóviles ocasionales). Además poder mantener la base de datos del área de farmacia constantemente actualizada para que se puedan hacer solicitudes más específicas.

En el hospital San Martín además de mantener la comunicación fluida se pensó en que el personal pudiese recibir capacitación online evitando tener que trasladarse a Puerto Maldonado. Sobre la comunicación la consideran necesaria específicamente para tener aviso previo cuando se hace un traslado desde algún puesto o centro de su zona. Más que la comunicación de datos consideran importante una comunicación fluida de voz.

El hospital Santa Rosa considera importante el tener un sistema de comunicaciones debido a la necesidad de mantener la comunicación fluida con sus establecimientos asociados. Además tienen una necesidad de contar con información en tiempo real y

que sea compartida por las distintas áreas para lo cual es necesario un replanteamiento de la red local dentro del hospital, siendo esto parte de otro tema de tesis. Por último es necesario que mantengan sus bases de datos actualizadas rápidamente debido a los distintos casos que les llegan.

En el punto principal de la organización de la salud dentro de la región Madre de Dios, la DISA, se tienen unas necesidades específicas. En primer lugar tratar de que a través de un sistema organizado de telecomunicaciones pueda tenerse al instante información de los llamados “hechos vitales”, esto es, nacimientos y muertes. Poder informar rápidamente de estos casos y elaborar una base de datos. Sería interesante además poder asociar esto a algún tipo de software.

Un asunto importante que el personal de la DISA quiere agregar es poder tener un sistema de referencia y contrarreferencia, esto es un mecanismo donde se pueda avisar como es que llega un paciente en estado de emergencia por ejemplo. Con esto se puede preparar tanto al personal como las instalaciones para poder atender al paciente de manera óptima.

Por otro lado la DISA debe manejar la información del suministro de medicamentos en sus establecimientos de salud. Según resolución ministerial, la información generada por el Sistema Integrado de Suministro de Medicamentos e Insumos Médico-Quirúrgicos (SISMED) en los establecimientos de salud, almacén o sub-almacén especializado debe ser registrada mensualmente en el Informe de Consumo Integrado (ICI) y en el Informe de Movimiento Económico (IME), según corresponda, debiendo quedar el original en la DISA y la copia en el establecimiento de salud, almacén o sub-almacén especializado donde se originó la información. Una interconexión entre sus establecimientos ayudaría a disminuir tiempos en estas acciones.

Finalmente en el manejo de tiempos, esta información, al igual que la información de las hojas HIS es necesaria tenerla en un período de tiempo específico y un sistema interconectado de sus establecimientos de salud lo facilitaría.



4.1 PANORAMA PARA TIC

Partiremos el diagnóstico de lo analizado previamente, empezando por la parte de la telesalud peruana y viendo una serie de conclusiones obtenidas según los puntos vistos anteriormente.

Encontramos que para la región de Madre de Dios, según los datos de los equipos de radios presentes en el Perú, el MINSA posee 29 estaciones y ESSALUD posee 3 estaciones, haciendo un total de 32 estaciones. Es uno de los departamentos con menos cantidad de radios, siendo estos los principales medios de comunicación actual tal como se ha visto en la organización de la salud.

Al ser este el principal medio de transmisión de información se encuentra un panorama ideal para la aplicación de las tecnologías de información y comunicaciones en los sectores rurales además de poder ayudar a la pobreza nacional reduciendo las distintas brechas tanto tecnológicas como de acceso a los servicios básicos diversos como en nuestro caso la salud.

4.2 ANÁLISIS FODA DE TELESALUD

Se usará un análisis FODA para observar las características de la aplicación de la telesalud en nuestra nación. Estos puntos son aplicables a cualquier análisis para telecomunicaciones rurales en el país dentro del sector salud. Estos puntos han sido tomados mayormente del Plan Nacional de Telesalud.

FODA (Fortalezas Oportunidades Debilidades Amenazas) es la sigla usada para referirse a una herramienta analítica que permite analizar el comportamiento de algún tema específico desde pequeños negocios y microempresas a áreas grandes como por ejemplo las telecomunicaciones. Es práctico y permite vincular la problemática del entorno con la factibilidad de atenderlo, hacia el desarrollo sustentable. El análisis FODA identifica las Fortalezas y las Debilidades de un tema específico para incorporar los objetivos del desarrollo, así como el análisis de las Oportunidades existentes para lograr las metas y objetivos, y las Amenazas y riesgos que harían fracasar

Fortalezas

- Experiencia de recursos humanos en las aplicaciones de la Telesalud (Infosalud-MINSA, Alo-EsSalud, Red de Información Científica-EsSalud, etc.)
- Experiencia en la ejecución de Proyectos de Telesalud (EHAS-Alto Amazonas)
- Existencia de Infraestructura de Salud en el ámbito nacional.
- Existencia del programa SERUMS, que provee recursos humanos calificados en las zonas rurales y urbano-marginales del país.
- Ley del Sistema Nacional Coordinado y Descentralizado de Salud.
- Lineamientos de Política del Sector Salud para el periodo 2002-2012
- Código de Ética y Deontología del Colegio Médico del Perú.
- Existencia de la BVS–Biblioteca Virtual en Salud del Perú.
- Existencia de Redes de Telecomunicaciones en el ámbito nacional, nodos que podrían servir de esqueleto primario.
- Tendencia actual al incremento del uso y número de las cabinas de Internet.
- Existencia del Proyecto Huascarán en el sector educativo.
- Existencia de plataformas de Teleeducación desarrolladas en el país (INICTEL, etc.)
- Existencia de la Comisión Multisectorial para el Desarrollo de la Sociedad de la Información – CODESI.
- Existencia de la Comisión Nacional de Telesanidad

Oportunidades

- La Telesalud ha sido reconocida por organismos internacionales como una herramienta para mejorar la calidad de vida y la prestación de los servicios de salud. (OMS, OPS, etc.)
- Marco ético-legal y normativo en el ámbito internacional que promueve el desarrollo de la Telesalud.
- Existencia de Bases de Datos en información de salud a nivel mundial, que permite la capacitación médica continua ante la evolución científico-técnica permanente.
- Existencia de un mercado internacional con necesidad de servicios de salud a través de las TIC, que nos permite ofrecer conocimientos, servicios y transferencia tecnológica.
- Tendencia de los países de la región que se comprometen a desarrollar e implementar bases tecnológicas en Telesalud.

- Desarrollo tecnológico mundial que permite la disminución de los costos en infraestructura de las TIC.
- Perspectiva mundial para concretar el desarrollo de las TIC en salud, contenido en la declaración de principios y el plan de acción adoptado en la 1º fase de la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información 2003.

Debilidades

- Brecha geográfica y social que requiere atención integral en salud, debido a la existencia de un amplio espacio geográfico en la prestación de los servicios de salud.
- Concentración de la oferta de servicios de salud en zonas urbanas.
- Carencia de infraestructura y equipamiento de TIC para salud, y la existente con alto grado de obsolescencia y desgaste.
- Altos costos de servicios en el Perú (incluidas las TIC) en relación con la capacidad adquisitiva de la población.
- Concentración de los servicios de telecomunicaciones en zonas urbanas.
- Insuficiente financiamiento para ejecutar proyectos de Telesalud.
- Insuficiente difusión de las experiencias actuales en Telesalud y existencia de plataformas de Teleeducación.
- Insuficientes cursos de capacitación en informática dirigidos al personal de salud.
- Alta rotación del personal en salud debidamente preparado, que dificulta la continuidad y aplicación de los lineamientos de política en salud.

Amenazas

- Existencia de información médica sin rigor científico en Internet.
- Potencial abuso de la posición de dominio de las empresas internacionales en TIC que ostentan el manejo tecnológico y económico, que genera una alta dependencia y costo en equipamiento.
- Introducción de equipos o sistemas extranjeros, en forma supuestamente ventajosa (asumen parte del costo del equipo, equipos en cesión de uso, etc.), que genera dependencia, alto costo operativo y de mantenimiento, orientando la adquisición del equipamiento en función a la tecnología y no a las necesidades prioritarias de salud.

Este análisis es válido siempre que se decida implementar un sistema de telecomunicaciones en el sector salud para un área rural. Se debe buscar las fortalezas aplicadas en la región en estudio y las oportunidades que pueden presentarse específicamente en la región. Contrastar las debilidades tratando de evitarlas o disminuirlas con el fin de lograr el crecimiento del sistema y evadir las amenazas que se generen.

Para el caso de la región Madre de Dios el análisis FODA anterior es válido agregándole además el análisis de la situación de la salud y el de la telesalud en el país visto anteriormente.

4.3 LA RUTA ELEGIDA

La determinación de la zona se ha basado en encontrar las zonas objetivas para el diagnóstico y análisis del proyecto, con miras a lograr un diseño del sistema de comunicaciones.

Se tenían dos localidades pensadas, ambas tomando como punto central la DISA, primero la región del Manu dado que se encuentra en una zona crítica donde es imperativo mantener la comunicación. La segunda región era en Iñapari, en la frontera con Bolivia, debido a que se encuentra en una zona con bastante población. La decisión final fue realizar un diseño Pto. Maldonado – Iñapari incluyendo dentro del circuito, a los centros de salud y postas médicas diseminadas a lo largo del camino. Esto como un inicio, debido a facilidades de accesibilidad para poder realizar el análisis y diagnóstico, además con el nuevo proyecto de la carretera interoceánica se calcula que estarán transitando unos 300 vehículos por día donde se incluyen muchos transportes grandes y podría darse casos de diversos accidentes o emergencias donde la necesidad de interconectar los establecimientos de salud en dicha ruta es primordial. Posteriormente se puede llevar a cabo otro estudio, basado en el primero, acerca de la zona del Manu.

No se puede elegir como adecuado una tecnología a las telecomunicaciones rurales si no se ha determinado los puntos a servir. En nuestro caso, al tomar la ruta de Puerto Maldonado a Iñapari, siguiendo la ruta de la carretera cruzamos cerca de 4 Centros de Salud además de los 2 hospitales de la región, Santa Rosa y San Martín. Los Centros de Salud son Planchón, Alegría, Mávila, Alerta e Iñapari. Posteriormente se mostrará

la manera en que cada uno de estos establecimientos de salud puede constituirse como una estación base dentro de nuestro sistema de comunicaciones.

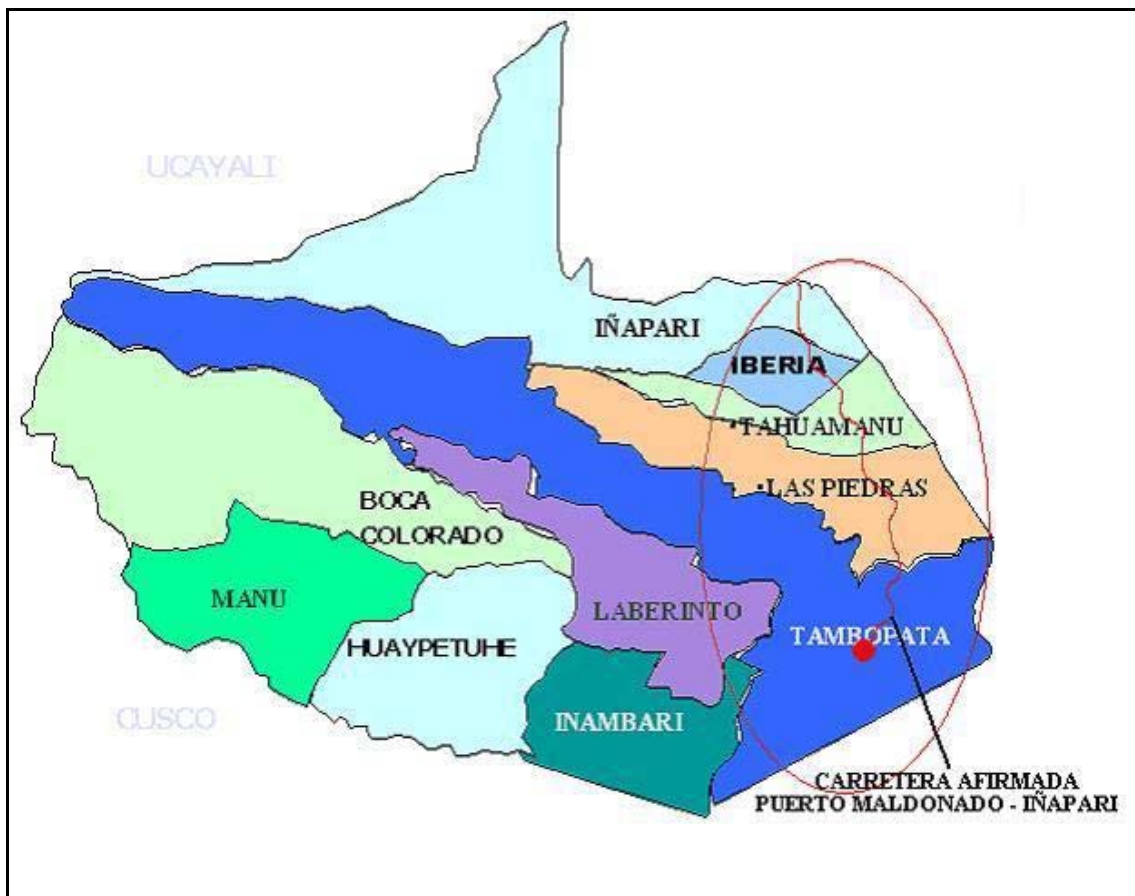


Figura N°4.1. Ruta escogida para la propuesta de diseño de red

4.4 COMPARATIVA DE SISTEMAS MAYORMENTE APLICABLES Y SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

A continuación se analizarán los sistemas que pueden ser mayormente aplicables en nuestra actualidad y a las regiones de nuestra nación. Los puntos por los que estas tecnologías han sido elegidas se exponen a continuación:

- Capacidad de trabajar con voz y datos

Estas tecnologías soportan la transmisión de voz y datos, no necesariamente de manera simultánea. Se deberá considerar en el caso de la transmisión de datos la capacidad de poder aplicar correo electrónico mediante la red basada en la tecnología.

- **Grado de Madurez**
Se trata de tecnologías que han pasado la etapa de crecimiento y se encuentran tecnológicamente maduras, es decir, que han sido sometidas a diversas pruebas con lo que los riesgos se minimizan.
- **Aspectos Comerciales**
Se han realizado pruebas comerciales con estas tecnologías por lo que su implementación en áreas rurales es mucho más factible.
- **Facilidad de encontrar Equipos**
Es posible encontrar, para las tecnologías mencionadas, equipos en nuestro mercado sin mucha dificultad y en muchos casos variedad.
- **Regulación**
Las tecnologías deben generar sistemas que puedan ser factibles desde el punto de vista del cumplimiento de la legislación vigente.
- **Uso de estándares**
Las tecnologías usan estándares aplicados en todo el mundo con lo que sus herramientas y contenidos son compatibles en general.

Las tecnologías que se analizarán cumplen con esos requisitos los cuales hemos considerados imprescindibles. En el análisis de las diversas tecnologías se tomará distintos puntos como variables para posteriormente poder realizar una comparación final y poder elegir la que más se ajuste a una necesidad dada.

VARIABLES A COMPARAR

➤ Velocidad

Esta variable es fundamental debido a que determina los servicios y aplicaciones que la red puede soportar. Se indicará mediante la velocidad de bit de la tecnología.

| CLASIFICACIÓN | VELOCIDAD DE BIT |
|---------------|---------------------|
| Baja | Hasta 32 kbps |
| Media | 32 kbps - 128 kbps |
| Elevada | 128 kbps - 512 kbps |
| Muy Elevada | 512 kbps - 5 Mbps |

Cuadro N°4.1. Clasificación de velocidades de bit

- Frecuencia
Es importante conocer la frecuencia a la cual trabaja cada tecnología debido a que a mayor frecuencia se acorta la longitud de los enlaces o disminuye el área de cobertura según sea la tecnología. Se indicaran las variables en que puede operar la tecnología analizada.
- Cobertura
Variable importante ya que nos dará los rangos de alcance que las tecnologías pueden otorgar y en base a ello poder elegir una u otra.
- Tipo de seguridad en las comunicaciones
Se verán tipos de mecanismos de seguridad que sean aplicables a la tecnología.
- Facilidad de instalación
Esta variable nos indicará el grado de dificultad al momento de la instalación de equipos y elementos necesarios para el funcionamiento de la red.
- Despliegue
Facilidad de puesta en marcha y configuración de estructura.
- Facilidad de operación y mantenimiento
Se indicará que tanta preparación será necesaria para operar la red, si pueden ser personas con una capacitación simple o expertos en las tecnologías y además la complejidad de mantenimiento de la red, si es que se puede solventar las emergencias de red con gente del entorno local o si es necesario contar con respaldo de empresas específicas.
- Línea de Vista
Variable importante ya que si la línea de vista es necesaria, será preciso tomar en cuenta los obstáculos que se tengan en el camino de la señal y de esta manera ver la necesidad de usar repetidoras.
- Consumo de Energía
El punto de la energía será analizado de manera mucho mayor posteriormente. Esta variable nos indicará los valores estándar de consumo de energía de los elementos del sistema.

CUADRO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS

| | Sistemas basados en telefonía celular | Tecnologías de acceso inalámbrico fijo | Sistemas basados en empleo de satélites | Sistemas de radio de banda estrecha | Sistemas WI-FI |
|--|---|---|---|--|---|
| Velocidad | Especificación GPRS: 115 kbps EDGE: 384 kbps | DECT: hasta 2 Mbps corDECT: 70 kbps (35 kbps con voz y datos al mismo tiempo) | 64 a 128 kbps (Uplink) 256 a 512 kbps (Downlink) | 17 kbps | 802.11a 54 Mbps 802.11b 11 Mbps 802.11g 54 Mbps |
| Frecuencia | 400 MHz | 1 900 MHz | Banda C: 4 - 6 GHz Banda Ku: 12 - 14 GHz Banda Ka: 20 - 30 GHz | VHF 30 - 300 MHz UHF 300 - 3000 MHz | 802.11a 5.8 GHz 802.11b 2.4 GHz 802.11g 2.4 GHz Libres (ISM) |
| Cobertura | Hasta 70 km | 5 a 10 km (algunos proveedores pueden llegar a 16 km en ambientes rurales) | Empleo del satélite permite saltar cualquier obstáculo del terreno llegando a lugares totalmente aislados | Hasta 60 km de radio | 3 a 5 km (sin embargo con el uso de amplificadores 1W y antenas direccionales 20 dBi se puede llegar a 25 km) |
| Seguridad en las comunicaciones | La que provee la interfaz del aire | Protocolo de suscripción Protocolo de encriptación Encriptación de datos transmitidos | Baja, VSAT no aporta mecanismos de protección Encriptación de datos transmitidos | Encriptación de datos transmitidos | Uso del protocolo WEP (no es muy efectivo), además protocolo 802.1x |
| Facilidad de instalación | Relativamente fácil (dependiendo si se cuenta con operadores y que las EB brinden la cobertura) | DECT: Sencillo, unidad central y EB corDECT: Requiere técnicos especializados | Terminales: Instalación simple Hub: Costoso si es nuevo | Muy común y es relativamente fácil | Terminales: Muy sencillas Elementos de red: Conocimientos específicos de la tecnología. |

Cuadro N°12.a Cuadro comparativo de tecnologías (parte 1)

CUADRO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS

| | Sistemas basados en telefonía celular | Tecnologías de acceso inalámbrico fijo | Sistemas basados en empleo de satélites | Sistemas de radio de banda estrecha | Sistemas WI-FI |
|---|--|---|--|---|--|
| Despliegue | Regular | Rápido por no tener necesidad de planificación de frecuencias Complejidad en obtención de permisos si será red pública | Rápido en instalación de terminales Instalación de un hub propio demandará mayor tiempo | Rápido en instalación de equipos y terminales | Muy rápido por facilidad de instalación de equipos terminales y los nodos. |
| Facilidad de operación y mantenimiento | Requiere técnicos especializados en la tecnología | DECT: Requiere técnicos medios corDECT: Requiere principalmente técnicos superiores | Terminales: Funcionamiento sencillo, técnicos medios. Hub: Mantenimiento requiere personal especializado | Operación simple El mantenimiento lo puede ver técnicos locales con capacitación | Operación simple. Casos de mantenimiento podría ser usuario avanzado |
| Línea de Vista | No es necesario | Necesaria | No es necesaria | No siempre es necesaria | Necesaria |
| Consumo de Energía | 50 - 60 W PC 350 - 500 W EB 500 W | C. Control 500 W EB 60 W Terminales <10 W | Línea 35 W PC 350 - 500 W | Línea 35 W PC 350 - 500 W | AP 20W PC 350 - 500 W |
| Costo General | Medio | Bajo | Alto | Bajo | Bajo |
| Observaciones | Aún no disponible en Perú (GSM400) o muy nuevo (CDMA2000 en 450 MHz) | No es muy flexible. Máximo un repetidor entre estación base y usuario | Alta disponibilidad y excelente calidad de transmisión. Es mejor aún en su uso combinado. Coste fijo. | No permite comunicación full-dúplex | Telefonía IP Alta flexibilidad por usar IP pero puede disminuir calidad Necesidad de usar protocolos específicos |

Cuadro N°12.b Cuadro comparativo de tecnologías (parte 2)

4.5 ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

En el caso de la red que se plantea dentro de la ruta Puerto Maldonado – Iñapari, se ha elegido hacer uso de la tecnología WI-FI, en su especificación 802.11b. Las razones son las siguientes:

- Principalmente y a diferencia de las otras, su alta velocidad. Esto permitirá brindar servicios de valor agregado en caso sea requerido (teleeducación, comercio).
- Se ha encontrado que haciendo uso de pocas repetidoras es posible tener líneas de vista donde el tramo más largo es 26 km. Usando amplificadores y antenas direccionales, no se tendrá problema para lograr los enlaces.
- La facilidad para encontrar equipos es una gran ventaja, los equipos WI-FI no son muy caros.
- El uso del protocolo IP permite que esta tecnología sea rápida en su despliegue y se pueda ampliar con facilidad.
- El uso de frecuencias de uso libre, se logra disminuir los costos.
- La operación es simple mediante capacitaciones y los técnicos avanzados serían llamados en casos muy específicos.

4.6 PARÁMETROS A EMPLEAR

4.6.1 Factores a considerar

Será conveniente tomar en cuenta una serie de factores que afectarán el sistema de comunicaciones que se diseñe. Los factores que serán citados a continuación son válidos para las comunicaciones inalámbricas basadas en radiopropagación.

▪ Zona de Fresnel

Se denomina zona de Fresnel al área (de forma elíptica) que sirve de propagación a una señal de radio. Esta zona se extiende por encima y por debajo de la línea recta entre el emisor y el receptor, y para que se considere útil se debe de mantener alrededor del 60% de esa zona totalmente libre de obstáculos.

- Clearance requerido

Para asegurar la propagación en el espacio libre, todos los obstáculos potenciales deben estar por arriba de un valor específico. Se debe asegurar que la claridad real o clearance sea mayor a 0.6 del radio de la 1ra zona de Fresnel.

- Ajuste de Clearance

El clearance debe ser ajustado para minimizar la pérdida ante las variaciones en refracción. La refracción atmosférica varía en ciclos diarios, de manera errática muchas veces lo que afectará directamente el clearance.

- Fading

Se trata de un fenómeno observado en trayectorias con obstáculos diversos. En estas condiciones aparecen desvanecimientos de dos tipos, lento y rápido.

El fading lento consiste en desvanecimientos por debajo del nivel del espacio libre y con duración de una a varias horas. Por lo general se tienen desvanecimientos de 15 a 30 dB.

El fading rápido abarca desvanecimientos de duración breve (segundos o minutos) que se producen generalmente en la noche o en las primeras horas del amanecer, mayormente en verano. Generalmente son desvanecimientos de 30 a 45 dB.

El fading tiene un origen aleatorio y es prácticamente imposible determinar en cada caso el origen de los fenómenos.

- Difracción por obstrucciones

Cuando el centro de la onda de transmisión de las microondas roza una obstrucción, pierde de 6 a 20 dB de su energía antes de que llegue a la siguiente antena, variando según la superficie de la obstrucción.

- Pérdidas causadas por árboles

Los árboles tienden a producir pérdidas cercanas a 6 dB. Se debe tener presente que el clearance se mantenga sobre el follaje.

- Atenuación por lluvia

No se considera lo suficientemente significativo en frecuencias menores a 8 GHz. La onda sufrirá sólo unos pocos decibeles de atenuación a estas frecuencias. Para

frecuencias mayores a 11 GHz. La atenuación será mayor variando en función de factores como la cantidad de lluvia, el tamaño de las gotas, el tiempo que dure, etc.

- **Absorción atmosférica**

Las ondas sufren atenuación por la absorción atmosférica debido a los efectos de la presencia de oxígeno y vapor de agua. Sin embargo las pérdidas son pequeñas y serán mayormente consideradas al hacer enlaces de grandes distancias.

- **Pérdidas debido a la niebla**

Al igual que en el caso de las lluvias, una niebla uniforme causará pocos decibeles de atenuación en las frecuencias más bajas.

4.6.2 Sistema de Antenas

Como ya hemos visto, se ha decidido usar una red WI-FI y se especificó que para poder lograr los alcances deseados sería necesario elevar la potencia de transmisión y además usar antenas direccionales. Estas antenas también son usadas para los otros tipos de radiopropagación.

La necesidad de utilizar antenas direccionales en los enlaces se da debido a que enfocando la energía en un haz estrecho que se envíe directamente hacia la antena receptora se logra aumentar considerablemente la potencia irradiada en comparación con distintos tipos de antenas. En promedio se logran de 15 a 21 dBi de ganancia con estas antenas.

Se tienen 4 tipos básicos de antenas direccionales usadas en las telecomunicaciones rurales:

1. **Antenas Parabólicas**

Consiste en un disco parabólico con un reflector en el foco. En las antenas parabólicas transmisoras el reflector parabólico refleja la onda electromagnética generada por un dispositivo radiante, mientras que en las antenas parabólicas receptoras el reflector parabólico concentra la onda incidente en su foco, para ser recibida por un detector. Las antenas parabólicas suelen ser utilizadas a frecuencias altas y tienen una ganancia elevada (entre 55 a 65%).

2. Antenas de Alta Performance

Similares a las parabólicas excepto en que incluyen también un “forro” cilíndrico que permite mejorar la ganancia en direcciones específicas y la radiación generada. Son mucho más pesadas, abultadas y costosas que las parabólicas.

3. Antenas tipo “Cross Band”

Son antenas parabólicas con alimentación diseñada especialmente para poder operar en dos bandas separadas (por ejemplo 6 GHz y 11 GHz). Debido a esta complejidad en la alimentación, usualmente poseen poca ganancia.

4. Antenas Reflectoras

También llamadas “cornucopias”, tienen una sección montada en un ángulo donde se logra que la energía pueda ser simultáneamente enfocada y reflejada en ángulos correctos. Son mayormente usadas en rangos de distancia cortos. Tienen la ventaja de poder usarse en operaciones multibanda.

4.6.3 Elección de Equipos

Las siguientes son consideraciones para la elección de los equipos a usar:

- Radios de Cobertura, necesidad de conocer las distancias máximas que las ondas de radio puedan alcanzar y ver la incidencia de diversos obstáculos en ellas.
- Interoperabilidad con la infraestructura alámbrica, en caso se necesite hacer conexiones con redes y subredes ya instaladas en centros rurales.
- Interoperabilidad entre distintos fabricantes, ya que equipos que trabajen en distintas tecnologías no operarán juntos, así como de distintas bandas de frecuencia.
- Confiabilidad, donde se debe conocer las mejores marcas y las que tengan mejor rendimiento en áreas rurales.
- Simplicidad, especialmente en las telecomunicaciones rurales, se debe contar con facilidades de manejo.
- Seguridad, analizando las formas de seguridad que poseen los equipos a usar, protocolos que usa, si tiene firewalls, etc.
- Costo, se deben buscar los equipos que cumplan con los requerimientos también de manera económica.

- Escalabilidad, es decir, que pueda mantener o mejorar su rendimiento a medida que la red se vaya ampliando.
- Tiempo de vida, con el fin de conocer el tiempo que los equipos puedan ser parte de nuestra red trabajando de manera óptima.

Además es importante tomar en cuenta cuando se haga un diseño de red, que la variación de los radios de cobertura afectará la tasa de transmisión, así como el consumo de energía y la potencia de salida.

4.7 ELEMENTOS DE SOLUCIÓN

4.7.1 Servicios Integrales

En este apartado se expondrán algunos puntos considerados dentro del diagnóstico para los sistemas de salud. Se trata de puntos que deberían ser aplicados en el nuevo diseño de red.

Servicios de control y gestión

Se deberá tener una plataforma de gestión centralizada que permitirá realizar las funciones de soporte y mantenimiento de los usuarios remotos, en nuestro caso, los establecimientos de salud. Algunas de las funcionalidades que debe tener esta plataforma son:

▪ Gestión de Terminales

Uno de los puntos principales. Comprenderá todo lo relacionado con la restauración automática de la configuración por software de los equipos, incluyendo la detección y corrección de problemas de configuración del hardware.

Algunos de los puntos que deberá cumplir este sistema de gestión son:

- Soporte en procesos de instalación.
- Supervisión de funcionalidades
- Visualización de alarmas
- Gestión de configuración
- Registro de datos de utilización

- Gestión de Incidencias

Ante una incidencia técnica de servicios la plataforma debe permitir acceder al establecimiento de salud y reparar remotamente la avería, así como el poder realizar distintas labores de diagnóstico remoto además del mantenimiento preventivo de las instalaciones.

- Gestión de Usuarios

Dentro de esta categoría tenemos el alta, baja, modificación y autenticación de usuarios, autorización de permisos y el registro y uso de recursos.

Un valor importante sería poder enlazar esta gestión con un sistema de datos, pudiendo ser del estilo web para que los nuevos usuarios puedan registrarse y donde se permita modificar los datos de cada uno, para poder ser manejado a distancia.

- Gestión de Red

Dentro de este plano debe poderse realizar funciones de gestión de fallos y alarmas, actualización de versiones, gestión de rendimiento, etc. Además de maniobrar el direccionamiento de la red y el uso de los distintos protocolos de ruteo.

- Gestión de Estadísticas

En este apartado se verá el proceso de recojo de diversas estadísticas, las cuales deben cumplir con todo tipo de legislaciones sobre la protección de datos de carácter personal. El objetivo final de poseer estos registros es poder determinar nivel de servicio recibido por los usuarios, monitoreo del nivel de actividad y funcionamiento de los establecimientos y planificación de aumento de capacidades del sistema.

- Administración del sistema y la red

Elemento muy importante ya que debe ver la planeación, organización y control. Debe realizar el análisis del nivel de cumplimiento de los servicios y del tráfico de datos que circulen en el sistema. Además debe identificar deficiencias y realizar reajustes en parámetros o adquisición de equipos.

▪ Entorno de Usuario

Podría darse el caso de necesitar personalizar los contenidos locales, personalización de escritorio, modificación del servicio de navegación en caso de tener el acceso libre a Internet, etc.

Para finalizar podemos mencionar que el lugar sugerido para ser centro de gestión en nuestra investigación debería encontrarse en la DISA.

Servicios de Instalación y Mantenimiento

Un punto importante para el desarrollo del proyecto es tener en claro los servicios de instalación y soporte que serán utilizados en el área rural. Esto influirá directamente para poder poner a tiempo el servicio. Se debe tomar en cuenta el tiempo de entrega del servicio y los equipos, además de la disponibilidad de estos para poder iniciar el diseño de la red.

Dentro del mantenimiento será necesario mantener un contacto a todo momento con el centro de gestión y elaborar planes donde se detallen tiempos de respuesta y resolución de incidencias. También debe tomarse en cuenta en caso de necesidad el envío de un técnico de campo a los mismos establecimientos rurales.

Servicios de Dinamización y Formación

Otro punto clave es la dinamización de los centros rurales a la informática e Internet. Esto con el objetivo de fomentar el uso de las TIC llevando a cabo una programación que logre despertar el interés de los usuarios hacia estos nuevos medios tecnológicos.

Asimismo debe ser preciso y necesario llevar a cabo diversos talleres formativos dirigidos a los responsables del mantenimiento y vigilancia del local. Además un taller para las personas que estén en el centro de gestión y que no estén directamente ligados a la rama de las telecomunicaciones en un nivel superior.

En cuanto al tema de la formación se debe promover que se implique a todos los responsables de los diversos establecimientos en un proceso formativo basado en la enseñanza presencial, el autoaprendizaje y la ayuda mutua.

Conectividad a Internet

La importancia de poder tener una conexión a Internet en un área rural radica en la necesidad de poder reducir la brecha digital de la que tanto se ha hablado en la

presente investigación. En el caso específico de los establecimientos de salud en Madre de Dios, en casos como los hospitales y centros de salud, hay una necesidad básica de mantenerse en línea con establecimientos de Lima por cuestiones de bases de datos en diversas áreas como por ejemplo farmacia. Además un acceso a Internet permitiría al personal médico mantenerse actualizado y profundizar en investigaciones.

Cabe indicar que en nuestro caso específico, al tener enlaces por medio de sistemas WI-FI se podrá tener accesos a velocidades altas por lo que será necesario manejar una serie de políticas de acceso para que el servicio sea manejado de la manera más adecuada.

Posteriormente, al tocar el tema de la propuesta de diseño de red se analizará la manera en que se podrá acceder a Internet dentro del proyecto de red.

4.7.2 Información del MTC

El MTC brinda autorización para operar Teleservicios Privados, tanto a personas naturales como jurídicas. Los pasos son el presentar los documentos que pida la Dirección General de Telecomunicaciones además de la presentación de los perfiles técnicos.

Por lo general se da autorización a enlaces directos, con línea de vista. Si es necesario el uso de repetidoras, se deberá recurrir a proveedores de este tipo de tecnologías quienes ya cuentan con las respectivas licencias del MTC. En caso de que nadie cuente con las condiciones técnicas necesarias, el MTC mismo podrá evaluar la ejecución del proyecto.

Según el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, en zonas rurales y lugares considerados de preferente interés social está permitido operar equipos en las bandas 902 – 928 MHz, 2400 – 2483,5 MHz y 5725 – 5850 MHz utilizando antenas direccionales de mayor ganancia que permitan superar el valor de 36 dBm (4 watts) de la PIRE.

4.8 SISTEMAS DE ENERGÍA

Es primordial e indispensable en la instalación de sistemas de comunicaciones o en el uso de TIC un suministro de energía confiable y suficiente. Esto es un problema fundamental sobretodo en las zonas rurales. Un reciente Informe del Banco Mundial determinó que ni siquiera la liberalización de los mercados de energía en los países en desarrollo permitiría probablemente suministrar electricidad a las zonas rurales.

La mayoría de las personas que están fuera del alcance de la red de distribución de electricidad utilizan kerosene u otros combustibles para tener luz y baterías de pilas secas para los aparatos que consumen poca energía. Por otro lado también se tiene fuentes de energía no centralizada como generadores diesel o de gasolina. Incluso, muchas comunidades han llegado a crear sus propios sistemas de generación y distribución de electricidad.

El principal inconveniente de este tipo de generadores se encuentra en la dificultad para llevar combustible a las zonas rurales, equipos que funcionen de manera constante son incompatibles con la utilización de manera económica de los generadores.

Por otro lado las tecnologías de energías renovables como la solar fotovoltaica, las turbinas eólicas y los pequeños sistemas hidráulicos son ideales para abastecer de electricidad a la mayoría de zonas rurales desde pequeñas a grandes cantidades de vatios. Principalmente los sistemas de energía solar fotovoltaica ofrecen buenos volúmenes de electricidad por un costo inferior al de otro tipo de soluciones como son las baterías y los generadores.

Las tecnologías de energías renovables tienen sus propias limitaciones y requisitos de mantenimiento pero pese a esto pueden presentar ventajas significativas sobre los combustibles en términos de costo, fiabilidad y sostenibilidad. Además este tipo de tecnologías ofrecen ventajas para la protección del medio ambiente a pesar de no siempre manifestarse inmediatamente o no ser consideradas un factor importante al momento de elegir una tecnología adecuada.

4.8.1 Equilibrio de Componentes del Sistema

Un sistema completo de abastecimiento de energía podría incluir, además de un generador, un controlador de carga de batería, un banco de baterías, un inversor de corriente, dispositivos de desconexión de seguridad, fusibles, un circuito a tierra, estructuras de apoyo y cable. En su conjunto estos artículos garantizan el equilibrio de componentes del sistema. El gasto combinado de dichos componentes con frecuencia puede superar el precio del generador.

Se explicarán tres de los componentes principales:

Baterías

Son dispositivos que almacenan la energía que ha sido generada. Su capacidad disminuye con el tiempo por lo que debe ser sustituida luego de un ciclo en que sufre procesos de carga y descarga.

Se sabe que la mayoría de problemas en áreas rurales con respecto a las baterías están dados por la falta de mantenimiento y por el uso poco escrupuloso de la energía que almacenan. Es aconsejable usar baterías selladas que no necesitan verificaciones de niveles electrolíticos en caso no se esté seguro que se lleve a cabo un mantenimiento adecuado y rutinario.

Controladores o reguladores de carga

Es un dispositivo que protege las baterías contra las sobrecargas. Si una batería está plenamente cargada, el regulador reduce la corriente emitida por el generador evitando así las sobrecargas; en caso de que la batería esté descargada en un nivel crítico un circuito electrónico evita que se suministre energía a los aparatos hasta que la batería se recargue.

Inversores de corriente

Los paneles solares, turbinas eólicas y otras fuentes autónomas suministran corriente continua, pero la mayoría de equipos actuales (sobretudo los usados en áreas rurales) necesitan de corriente alterna por lo que es necesario realizar el cambio de corriente continua a alterna es necesario usar estos dispositivos.

4.8.2 Tipos de generación de energía aplicables en áreas rurales

Energía Solar

Consiste en producir electricidad mediante un sistema fotovoltaico el cual se basa en tecnologías de semiconductores, convirtiendo luz solar en corriente continua. Los módulos de este tipo, constan de pequeñas células fotovoltaicas conectadas entre sí por medios eléctricos, pudiendo generar producción eléctrica mayor a 100 watts.

La temperatura afecta el rendimiento de estos módulos fotovoltaicos. Algunos controladores de carga ofrecen propiedades especiales que pueden mejorar considerablemente el rendimiento de paneles solares en temperaturas frías. Los controladores tradicionales transfieren la corriente directamente a los acumuladores sin tomar en cuenta alteraciones en el rendimiento de la pila debidos a las condiciones ambientales. Los controladores de propiedades especiales son capaces de optimizar la transferencia de corriente, y ello puede reflejarse en una mejora significativa del rendimiento global.

Energía Eólica

Consiste en transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica mediante turbinas eólicas. Cuando el viento empuja los alabes del rotor de la turbina, éstos comienzan a girar haciendo girar además un eje conectado a un generador eléctrico.

Todos los sistemas eólicos están compuestos de un sistema de control de turbina eólica, una torre, cables y los componentes de equilibrio del sistema, comentados anteriormente. En general, las turbinas eólicas cuestan menos que sus equivalentes para energía solar, si bien presentan más restricciones en términos de generación de electricidad, en función del lugar en que se coloquen.

A diferencia de los paneles solares, el mantenimiento de las turbinas eólicas es relativamente sencillo, en caso de avería. Con excepción de los sistemas de gestión de turbinas informatizados, el mantenimiento rutinario en general puede ser llevado a cabo por un mecánico especializado. La mayoría de las turbinas eólicas son fabricadas por pequeñas empresas de ingeniería, y su garantía varía de 3 a 20 años, según el tamaño de la turbina.

Energía Microhidráulica

Estos sistemas generan la electricidad bajo los mismos principios de la turbinas eólicas, pero usando la fuerza del agua en lugar del viento. El agua hace girar una hélice conectada a un motor de inducción lo que genera la corriente. En general se denomina sistemas de energía microhidráulicos a aquellos sistemas de energía hidráulica que producen menos de 100 kilovatios. Los sistemas que producen menos de 1 kilovatio con frecuencia se denominan sistemas picohidráulicos

Entre otras ventajas de los sistemas de energía microhidráulicos en las zonas rurales y distantes pueden mencionarse:

- Son una inversión segura y sin riesgos.
- Los sistemas pueden ser de propiedad individual, cooperativa o colectiva, y requieren sólo una mano de obra especializada y una administración cooperativa para su construcción y mantenimiento.
- Se adaptan con flexibilidad a las rápidas variaciones de carga.
- El periodo de vida útil es prolongado.

Sistemas de energía híbridos

Son sistemas que usan tanto energías renovables como obtenida por combustibles. Durante muchos años los sistemas híbridos se han aplicado principalmente a los repetidores de telecomunicaciones, si bien también se utilizan para otras aplicaciones industriales como la protección catódica de conductos, estaciones o instalaciones de investigación aisladas y, en algunos casos, instalación de electricidad en una comunidad.

Uno de los conceptos que inspiran un sistema híbrido es que, cuando se necesita un volumen considerable de energía en una zona distante, se pueden reducir bastante el tamaño y los costos del sistema de energía renovable y el banco de baterías utilizando ocasionalmente un generador de motor.

4.8.3 Protección contra rayos y sistema de puesta a tierra

Los rayos son descargas eléctricas de origen atmosférico que presentan uno o más impulsos de corriente. Recordemos que no se puede impedir la formación de rayos y no se puede garantizar protección absoluta pero una instalación de protección bien realizada reduce el riesgo de daños.

Al diseñar una nueva estructura se debe plantear la integración de la protección, para sacar la máxima ventaja de los elementos de la estructura que se aprovechan como conductores. La instalación integrada permite reducir costos y trabajos ligados a la protección. Las estructuras metálicas son conductores naturales, pero también las estructuras de hormigón armado (si cumplen algunas condiciones en la armadura de hierro) se pueden considerar como buenos conductores.

El sistema captor está formado por lo general por una combinación de varillas con puntas, conductores tendidos, mallas, o componentes naturales de la estructura (techo metálico). Posterior a este punto debe darse un sistema de bajadas.

En este sistema se debe disponer que se presenten varias trayectorias en paralelo entre el punto de impacto y la tierra, además la longitud de las trayectorias debe reducirse al mínimo. Las bajadas deben estar alejadas de puertas y ventanas, su trayecto debe ser el más corto posible a tierra y se debe evitar la formación de bucles.

Son bajadas naturales instalaciones metálicas y armaduras metálicas, si se trata de hormigón hay que tener cuidado con las solicitaciones debidas a la corriente de descarga, y la conexión del sistema de protección (para ser consideradas conductores las barras del hormigón en un 50% deben ser interconexiones con barras soldadas o unidas en forma segura - solapadas 20 veces el diámetro)

Los cimientos a su vez pueden ser una toma de tierra eficaz pero el planteo de aprovecharlos debe ser previo a la construcción, se comparte información de tipo de suelo, de sus características, resistividad en particular, y se debe dialogar con la gente encargada del proyecto rural.

El sistema de puesta a tierra ofrece además de protección contra los rayos, protección de instalaciones eléctricas de baja tensión e instalaciones de comunicaciones, se considera hoy que la mejor solución es un único sistema integrado en la estructura y previsto a todos los fines.

Los cimientos de las fundaciones son un electrodo de tierra natural que se complementa con conductores anulares, radiales y verticales o inclinados.

4.9 SEGURIDAD EN LA RED

Mientras que en las redes cableadas es más complicado conectarse de forma ilegítima, habría que conectarse físicamente mediante un cable, en las redes inalámbricas, donde la comunicación se realiza mediante ondas de radio, esta tarea es más sencilla. Debido a esto hay que poner especial cuidado en asegurar una red WI-FI.

Con una instalación inalámbrica abierta, una persona que cuente con equipos adecuados y conocimientos básicos puede además de usar una conexión a Internet ajena, acceder a nuestra red interna o a nuestros equipos, donde puede haber carpetas o documentos importantes y privados. Además por medio de software especial (como los sniffers) es posible analizar toda la información que viaja por nuestra red.

En julio del 2004 se aprobó el estándar 802.11i de la IEEE que ve la seguridad en WI-FI, a través del cual será posible implementar una encriptación más fuerte y una autenticación que permita un roaming rápido entre puntos de acceso.

Tipos de ataques en una red

Podemos considerar cuatro maneras de realizar ataque a una red o a un sistema de comunicaciones:

1. Interrupción: cuando los recursos del sistema se vuelven no disponibles o son destruidos, por ejemplo destrucción de parte del hardware de los sistemas como los discos duros.
2. Intercepción: cuando alguien o algo no autorizado consigue acceso a nuestro sistema, por ejemplo “colgarse” de una red para hacerse con los datos que circulen por ella.
3. Modificación: cuando además del acceso, se consigue la manipulación del sistema o de los datos de éste, por ejemplo alterando programas que funcionan correctamente en una red.
4. Fabricación: cuando son insertados objetos falsificados en el sistema, como por ejemplo el insertar mensajes en la red.

Firewalls

La necesidad de tener Internet en sistemas de comunicaciones en las zonas rurales es más que importante, tal como se ha visto previamente. A raíz de esto es también

primordial tener la seguridad de que estos accesos no vayan a afectar el desempeño de nuestra red.

Para poder prevenir accesos no autorizados desde Internet a nuestra red se usan los firewalls, tanto en software como en hardware. Por lo general esta aplicación se encuentra aplicada sobre un servidor dedicado, conectado fuera de la red. Todos los paquetes entrantes son filtrados o examinados para ver si cuentan con la respectiva autorización para acceder al sistema.

Principalmente se tienen dos tipos de firewalls, a nivel de red y a nivel de aplicación:

- Los firewalls a nivel de red generalmente toman sus decisiones basándose en direcciones IP (tanto de fuente como de destino), puertos de procedencia, etc.
- Los firewalls a nivel de aplicación se pueden usar como traductores de direcciones de red, desde que el tráfico entra por un extremo hasta que sale por el otro, actuando de servidor unas veces (aceptando solicitudes) o de cliente otras (redirigiendo peticiones de los clientes).

4.9.1 Seguridad en WI-FI

Algunos de los aspectos que se presentan a continuación son los principalmente usados en el área de la seguridad en redes WI-FI:

Autenticación y Control de Acceso

- a. SSID (Service Set Identifier): Incluye una contraseña para los distintos SSID.
- b. Seguridad por restricción de direccionamiento MAC
- c. Contraseñas no estáticas:
 - Periódicas:
 - OTP (One Time Password): Contraseñas de un solo uso, conocidas como token flexibles.
- d. 802.1x: Se trata del método más seguro actualmente.

La arquitectura 802.1x está compuesta por tres partes:

- Solicitante: Generalmente se trata del cliente WI-FI
- Autenticador: Suele ser el AP (Punto de acceso), que actúa como mero traspaso de datos y como bloqueo hasta que se autoriza su acceso (importante esto último).

- Servidor de autenticación: Suele ser un Servidor RADIUS (RemoteAuthentication Dial In User Service) que intercambiará el nombre y credencial de cada usuario. El almacenamiento de las mismas puede ser local o remoto en otro servidor de LDAP, de base de datos o directorio activo.

e. 802.11i: Presenta el uso del estándar 802.1x para la autenticación y el estándar AES (Advanced Encryption Standard) para lo que es privacidad. AES proporciona la determinación de una clave de cifrado de unidifusión de inicio exclusiva para cada autenticación y el cambio sincronizado de la clave de cifrado de unidifusión para cada trama.

Cifrado

- a. WEP: Protocolo de seguridad débil y en desuso
- b. TKIP (Temporal Key Integrity Protocol): propone algunas mejoras:
 - Combinación de claves por paquetes, generando claves diferentes para cada paquete.
 - Validación de mensajes descartando los invalidados.
- c. Microsoft ofrece alternativas, llamadas en un inicio SSN (Simple Security Network), muy parecido al TKIP y que fue evolucionando hasta las versiones de WPA (WI-FI Protected Access) y WPA2 en el 2004. Esta última ofrece encriptación con AES, contemplado como hemos dicho en 802.11i. Se trata de una mezcla de funciones criptográficas habilitando encriptación de datos y bloqueo de mensajes.

VPNs

La aplicación de VPNs no es un estándar de WI-FI, pero se trata de aplicar toda la tecnología de VPN en las redes inalámbricas. Es una alternativa implementada cada vez con mayor frecuencia.

Su utilidad radica en que se trata de redes privadas extendidas mediante procesos de encapsulación y encriptación de los paquetes de datos a diversos puntos mediante diferentes estructuras de transporte, principalmente el uso de “túneles” de transporte.

Medidas a tomar

- Cancelar los puertos que no se emplean.
- Limitar el número de direcciones MAC que pueden acceder, utilizando para ello ACLs (Access List Control) en los AP (Access Points)

- Controlar el área de transmisión ajustando el poder de la señal de los puntos de acceso.
- Activar el mayor nivel de seguridad que soporte el hardware que se esté usando.
- Instalar firewalls personales y protección antivirus en todos los dispositivos móviles que se tengan.
- Adquirir equipamiento certificado que responda a los estándares planteados por la “WI-FI Alliance”.

4.10 EFECTOS ECONÓMICOS Y PROYECCIÓN DE DESARROLLO

Estos efectos van ligados estrechamente con el punto 3.2.6 ya que este sistema puede influir directamente en las actividades económicas en la medida que se convierta en un modelo autosostenido.

Agricultura

En caso de poder adaptar un sistema de comunicaciones a la actividad agrícola se debería buscar no solo la comunicación entre los distintos centros agrícolas sino también el poder llevar capacitación en nuevas tecnologías agrícolas mediante los sistemas de comunicación.

Ganadería

Debido a que una de las ganaderías está ubicada dentro de la ruta elegida para el diseño de la red, tener comunicación desde este punto con la capital del departamento traería diversos tipos de beneficios para esta actividad.

Industria Maderera

Un sistema de comunicación ya establecido en el área de la salud animaría a mejorar el actual en la industria maderera. Principalmente se puede acondicionar su uso para ayudar en el crecimiento de esta industria, de la misma manera en que las distintas madereras apoyan con sus radios a los puestos de salud.

Explotación de la Castaña

Un nuevo sistema de comunicaciones podría servir para que de alguna manera se enlace esta industria, quizá de manera que se establezca mayor información sobre la castaña hacia partes más lejanas, brindando suficientes datos que puedan

lograr nuevas inversiones además de poder estar al tanto de nuevas tecnologías en esta industria.

Pesca Artesanal

Lo que una buena experiencia en el área de la medicina traería sería el poder abrir un campo para brindar sistemas de comunicaciones a lo largo de la región dedicados al sector pesquero con el fin de reducir la desorganización, informalidad y dispersión de la pesca artesanal pudiendo cumplir con el seguimiento constante necesario.

Acuicultura

Se trata de una actividad a ser explotada pronto, con nuevos proyectos en las distintas “piscigranjas” a lo largo de la región y que podría mejorarse aún más con un control integrado usando una interconexión entre la mayoría de las zonas.

Explotación de Minas

Para poder reflotar este punto, un aporte importante sería poder generar el sistema de interconexión entre los distintos puntos de extracción. Sería altamente productivo lograr un levantamiento en esta actividad debido a que el oro que se produce en los lavaderos de Madre de Dios es de una fineza superior a los 23 kilates, superando a la de otros lavaderos del Perú.

Como vemos de manera general, un buen trabajo en este primer sector de la salud puede permitir llevar planes similares para las distintas áreas de producción económica en la región. Al momento de ser realizado el diseño de la red deben ser tomados en cuenta los servicios de valor agregado que puedan darse a futuro como podría ser enlaces para comunicaciones de zonas madereras o de las piscigranjas que se encuentren cerca de los establecimientos de salud.

Esto será necesario para que el sistema de comunicaciones se mantenga abierto y logre autosostenerse y no se encasille al primer servicio que pueda ofrecer logrando adaptarse a diversos fines. Se tomará en cuenta capacidades del sistema y ver que proyecciones puedan darse dentro del mismo.

4.11 ESTRATEGIA

Las estrategias de conectividad para las poblaciones rurales incomunicadas, dependen de su lejanía a las redes existentes de telecomunicación. Tenemos en muchas áreas urbanas grandes infraestructuras de telecomunicación a lo que se une una alta concentración de población y servicios. Esto contribuye a que se pueda lograr nuevas formas de acceso para las poblaciones de bajo nivel adquisitivo como por ejemplo las cabinas públicas. A medida que nos vamos alejando de estas zonas nos encontramos con lugares cubiertos con telefonía fija y móvil y donde el acceso a servicios como el Internet empieza a dificultarse.

A través de la presente investigación se ha podido determinar que es necesario previo a un diseño de red plantear una serie de estrategias que hagan más viables los proyectos en telecomunicaciones rurales.

Establecer una infraestructura apropiada de telecomunicación rural usando diversas fuentes de financiamiento.

Se debe proveer el acceso básico a los distintos servicios de telecomunicaciones, buscando financiamiento en distintas organizaciones a los cuales se les pueda presentar una selección de zonas rurales donde se puedan maximizar los beneficios sociales que deriven del aporte que brinden. El FITEC realiza esta selección de zonas rurales basándose principalmente en la participación de las autoridades distritales del país en la determinación de sus necesidades.

En el caso del proyecto en la Región de Madre de Dios, se debe buscar apoyo tanto en organizaciones fuera de la región (el Banco Mundial es una buena opción) así como el apoyo de organizaciones de la misma región, como sería el caso del Gobierno Regional. Además por tratarse de un sistema aplicado a la medicina, obtener el mayor apoyo del Ministerio de Salud para el apoyo desde la capital.

Usar una estrategia de modelo de sostenibilidad.

Esta estrategia debe estar basada en la necesidad de que los sistemas de telecomunicaciones rurales mantengan un proceso de realimentación. A medida que los sistemas implantados en las áreas rurales se vuelvan parte importante de tareas adicionales a las que inicialmente se tenían, será más fácil que se mantengan de manera automática.

Si es posible, en nuestro caso, brindar además de las opciones de telemedicina distintos servicios en campos de educación, comercio o industrias diversas el sistema se verá fortalecido debido a su utilidad. Será una herramienta más de telecomunicación que contribuye al desarrollo de un campo distinto al de la medicina.

La estrategia de potenciar las capacidades del poblador rural

Un factor importante para integrar las aplicaciones telefónicas, de correo electrónico y basadas en Internet en las zonas rurales es la necesidad de una alfabetización básica, formación de aptitudes informáticas y enseñanza de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación. Las barreras del idioma y la complejidad del funcionamiento de las computadoras personales también obstaculizan la difusión de Internet.

La utilización de las computadoras para suministrar acceso a Internet a los fines de aplicaciones educativas, comerciales y de telemedicina exige un personal in situ con un conjunto de conocimientos relativamente avanzados del funcionamiento de computadoras y la configuración de programas informáticos.

Se han concebido muchos sistemas innovadores en las zonas rurales para superar estos obstáculos. Aunque no estén generalizadas, algunas técnicas como el correo vocal, la traducción local de contenido y los teléfonos basados en iconos indican que los idiomas extranjeros y el analfabetismo no son forzosamente un obstáculo para la utilización de los servicios de comunicaciones, si se abordan y atienden las necesidades del usuario final.

4.12 PROPUESTA DE DISEÑO

Luego del análisis respectivo y como parte final del diagnóstico se plantea una propuesta para que se pueda trabajar el diseño de una red de telecomunicaciones en el departamento de Madre de Dios, partiendo del presente trabajo.

El desarrollo del proyecto de red se debe iniciar en base a las estrategias vistas en el apartado anterior, con lo que se tendrá una base para el inicio. Además la ruta y tecnología a usar para cubrirla están especificadas en este trabajo.

La ruta elegida es la del tramo de Puerto Maldonado hasta el distrito de Iñapari, en frontera con Brasil. Las especificaciones de la elección de ruta se han visto en el capítulo 4.3.

La tecnología seleccionada es la tecnología WI-FI, tal como se ha especificado en el capítulo 4.5, al momento de realizar el diseño de la red debe tomarse en cuenta los parámetros mencionados en el apartado 4.6.

En el aspecto de la red en si, lo recomendable en este caso, al contar con prácticamente una línea de establecimientos de salud a lo largo de la ruta escogida, será tomar esta línea como “columna vertebral” para la red.

A lo largo de esta ruta se poseen dos hospitales (el Hospital Santa Rosa en Puerto Maldonado y el Hospital San Martín en Iberia) y seis centros de salud (Planchón, Alegría, Mávila, Alerta, San Lorenzo e Iñapari). Se tiene puestos de salud diseminados a lo largo de esta zona también, cada cuál siendo accesible a los centros de salud más cercanos ellos.

La idea principal será tomar estos hospitales y centros de salud como estaciones terminales de la red, cabeceras de subredes que podrían formarse con los puestos de salud cercanos. Los puestos de salud estarían enlazados en una topología estrella con el hospital o centro de salud cercano como nodo central.

La unión de estos nodos centrales vendría con una topología bus de manera física y árbol de manera lógica, es decir, enlaces WI-FI entre los hospitales y centros de salud más cercanos. En el anexo nº 1 se puede observar un pequeño esquema.

En caso de no poseer línea de vista entre los hospitales o centros de salud será necesario el uso de repetidoras. Deberán ubicarse a distancias equidistantes de los centros de salud, garantizando la línea de vista y enlaces aceptables.

Posteriormente y para tener seguridad de la red ante roturas de enlaces será necesario colocar enlaces de soporte los que podrían ubicarse en las puestos de salud cercanos a los centros.

OBSERVACIONES

- El presente documento ha seguido una serie de pautas desde el inicio como son la descripción de distintas variables que afectarán el desarrollo de un sistema de telecomunicaciones en un área rural, una presentación de diversas aplicaciones para telecomunicaciones rurales que se dan actualmente en el mundo y algunas específicamente en telemedicina, el análisis tanto de la zona rural a trabajar como de los procesos de organización que se poseen y el diagnóstico que nos arroja estos datos.
- Este documento, como se ha mencionado capítulos atrás, ha sido realizado exclusivamente para el departamento de Madre de Dios y específicamente para su área de salud. Sin embargo los diversos puntos del diagnóstico son fácilmente aplicables a distintos proyectos de telecomunicaciones rurales. Las estrategias básicas previas a un proyecto rural son aplicables en cualquier diseño de telecomunicaciones en zonas alejadas.
- En nuestro país ya se están dando casos del uso de las diversas tecnologías analizadas. En el estado del arte del presente documento se tienen además ejemplos de casos en el mundo usando distintas maneras de llegar a la población rural.
- Hará falta realizar un análisis específico de la parte económica dentro de un proyecto de diseño. Se deberá observar en cuánto tiempo habrá una recuperación de inversión donde se encontrará la rentabilidad del sistema de telecomunicaciones.
- No ha formado parte de esta tesis un análisis de las estructuras presentes en la red actual de telecomunicaciones, así como tampoco un diagnóstico para futuras estructuras o diversos espacios físicos para la ubicación de repetidoras y equipos. Estos puntos deberán ser tomados en cuenta en el caso de requerirse un diseño general.
- Esta tesis se enlaza directamente con la tesis “Diseño de una Red de Comunicaciones con base en los establecimientos de salud para la región de Madre de Dios ruta Puerto Maldonado – Iñapari” tratando de servirle como base para que el diseño de la red pueda realizarse de manera más efectiva.

CONCLUSIONES

- Dada la constante necesidad de mantener interconexión entre distintas comunidades rurales y sus establecimientos, además de la dificultad general de acceso de la población a los distintos servicios como la telemedicina, entonces el análisis realizado y el diagnóstico obtenido forman un modelo de acción que contribuya al diseño de un sistema de telecomunicaciones que aumente la interrelación entre los establecimientos y además mejore la calidad de la salud que se brinda en esta región.
- Las TIC nos darán una amplia gama de posibilidades para aplicar en las telecomunicaciones rurales pero será necesario complementar esto con apoyo del estado así como del sector privado tanto en medidas legislativas como normativas aplicadas de manera específica a las zonas rurales.
- El estudio y análisis de las distintas políticas y requerimientos de intercambio de información en los establecimientos de salud de la región han sido hechos para ser usados al momento de elaborar el diseño de la red externa.
- La ruta elegida es la más factible dentro de la zona y además una ruta importante por la densidad de población en la región. El sistema a desarrollarse fortalecerá el tramo Puerto Maldonado – Iñapari.
- Se ha pretendido introducir el uso de tecnologías modernas para lograr un buen diseño de red y el resultado ha sido que la tecnología más adecuada para el caso específico de Madre de Dios es la tecnología WI-FI.
- El sistema a desarrollarse debe contar con servicios tanto de control y gestión como de instalación y mantenimiento. Además dinamizar los centros rurales y formar a las personas que vayan a hacer uso de él. Como opción importante queda el hecho de lograr un acceso a Internet en el sistema.
- Es importante coordinar con el MTC debido al uso de diversas frecuencias que pese a ser usadas para comunicaciones rurales podrían ocasionar alguna molestia en caso no ser informadas adecuadamente.
- Un sistema a desarrollarse a partir del presente documento debe contemplar los puntos de energía y seguridad como un tema importante dentro del desarrollo de red, debido a que ambos puntos en la actualidad son factores críticos que dependen tanto de la ubicación de los equipos como de su funcionamiento y sus costos.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

1. BICSI Telecommunications Association
2003 Telecommunications Distribution Methods Manual

2. COMISIÓN NACIONAL DE TELESANIDAD
2004 Plan Nacional de Telesalud

3. FUNDACIÓN COTEC
2001 Oportunidades tecnológicas Wireless

4. GÓMEZ, Pablo
2001 Sistemas digitales apropiados a las necesidades de telecomunicación
 en zonas rurales aisladas

5. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
2002 New Technologies for Rural Applications

6. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
2003 Propuesta de indicadores de tecnologías de información y
 comunicaciones para los países conformantes de la Conferencia de
 estadísticas de las Américas.

7. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
2001 Impacto de las tecnologías de información y comunicación en el Perú

8. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
2004 Cuadro de Centrales Hidroeléctricas del Perú

9. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
2001 Cuadro de Centrales Térmicas del Perú

10. MINISTERIO DE SALUD
2002 Informe Final del Sistema Nacional de Salud

11. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

2003 Implementación de Telecomunicación Rural - Internet Rural.

12. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

2005 Lista de equipos y aparatos de telecomunicaciones homologados por el MTC

13. NAVAS-SABATER, Juan; KENNY, Charles; QIANG, Christine Z.

2001 Tecnologías de Información y Comunicaciones y la Pobreza

14. NAVAS-SABATER, Juan; DYMOND, Andrew, JUNTUNEN Niina

2003 Servicios de telecomunicaciones e información para los pobres.

15. PROENZA, Francisco J.

2001 e-ParaTodos: Una estrategia para la reducción de la pobreza en la era de la información

16. RED.ES

2003 Programa Internet Rural.

17. SAN ROMÁN, Edwin

2004 The regulatory challenge for developing countries: The case of Peru.

18. SARAVIDA, Miguel

2003 Ideas para repensar la conectividad en áreas rurales.

19. VILLARROEL, Valentín; VILA, José

2003 Approach to rural environment telecom systems in developing countries.