

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“DISEÑO DE UNA RED DE TELEMEDICINA UTILIZANDO TECNOLOGÍA
WI-FI 802.11N PARA EL MONITOREO DE PACIENTES EN EL CENTRO DE
SALUD SAMÁN- PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

WILBER RAUL PUMA ADCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

“DISEÑO DE UNA RED DE TELEMEDICINA UTILIZANDO TECNOLOGÍA
WI-FI 802.11N PARA EL MONITOREO DE PACIENTES EN EL CENTRO DE
SALUD SAMÁN-PUNO”

TESIS PRESENTADO POR:

WILBER RAUL PUMA ADCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Fecha de sustentación: 31-05-2018

APROBADO POR EL JURADO FIRMANTE CONFORMADO POR:



PRESIDENTE

: 
Dr. EUDES RIGOBERTO APAZA ESTAÑO

PRIMER MIEMBRO

: 
M. Sc. GAVINO JOSE FLORES CHIPANA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M. Sc. JORGE LUIS APAZA CRUZ

DIRECTOR/ASESOR

: 
Mg. TEOBALDO R. BASURCO CHAMBILLA

ÁREA: Telecomunicaciones

TEMA: Aplicaciones en telecomunicaciones

DEDICATORIA

A dios por conocer su grandeza, guiar mis pasos y acompañarme en todo los momentos de mi vida y por darme padres maravillosos.

A mis padres Julián Puma Parí y Francisca Adco Huamán, por su constante apoyo que me brindaron en todo momento, por su comprensión, consejos, amor y por ayudarme con los recursos necesarios para culminar mis estudios.

A mis hermanos, Gladys, Melusca, Lizeth y William Jhoel por brindarme su apoyo incondicional en las etapas de mi vida.

WILBER RAÚL PUMA ADCO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial:

- A Dios por darme la salud y fuerzas para lograr este objetivo que me trazado.
- A mis padres por la oportunidad de tener una excelente educación para la formación de mi persona y por su infinito amor, comprensión y apoyo incondicional.
- Al director de esta tesis, Mg. Teobaldo Raúl Basurco Chambilla por su acertada dirección, apoyo, dedicación de tiempo y valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Nacional del Altiplano, por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales.
- Finalmente, a mis compañeros y amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

WILBER RAÚL PUMA ADCO

ÍNDICE GENERAL**ÍNDICE DE FIGURAS****ÍNDICE DE TABLAS****ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	19
1.4. IMPORTANCIA Y UTILIDAD DEL ESTUDIO	19
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.5.1. Objetivo General	20
1.5.2. Objetivos Específicos	20
1.6. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	21
CAPITULO II.	25
REVISIÓN DE LITERATURA	25
2.1. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1.1. Definición de la Telemedicina.....	25
2.1.2. Clasificación de los servicios Tele médicos	26

2.1.3. Clasificación general por tipo de servicio	27
2.1.4. Clasificación en el tiempo	28
2.1.5. Tipos de información intercambiada	29
2.1.6. Elementos de redes de telecomunicación	29
2.1.7. Velocidad de transmisión de las redes.....	30
2.1.8. Clasificación según arquitectura y transporte de información	30
2.1.9. Clasificación según medio de transmisión	32
2.1.10. Redes de comunicación utilizados en Telemedicina	35
2.1.11. Tecnología WIFI 802.11 N.....	44
2.1.12. Terminales de acceso en una red de telemedicina.....	47
2.1.13. Red de comunicación elegida para la red de Telemedicina	51
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	52
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
CAPITULO III.....	55
MATERIALES Y MÉTODOS	55
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION.....	55
3.2. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION	55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	57
3.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	58
3.5.1. Diseño del radio enlace IP.....	58
3.5.2. Diseño de la red VoIP.....	64

3.5.3. Diseño de la red de videoconferencia IP	67
3.5.4. Red para dispositivos de Telemedicina	70
3.5.5. Red LAN dentro del centro de salud de Samán	71
CAPITULO IV.....	74
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
4.1. RESULTADOS	74
4.1.1. Resultados de radio enlace IP	74
4.1.2. Cálculo matemático del radio enlace.....	76
4.1.3. Estructura general del proyecto.	79
4.1.4. Calculo del ancho de banda para la red de Telemedicina	80
4.1.5. Análisis de costos de Telemedicina.....	88
4.2. DISCUSIÓN	91
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. 1: Mapa político del distrito de Samán.	21
Figura N° 1. 2: Mapa de Distancia entre Samán y Hospital C.M.M. de Juliaca.	22
Figura N° 2. 1: Consulta médica a distancia.....	26
Figura N° 2. 2: Clasificación de los servicios de Telemedicina.	29
Figura N° 2. 3: Conmutación de paquetes.	31
Figura N° 2. 4: Conmutación de circuitos.	32
Figura N° 2. 5: Par trenzado de cobre.....	33
Figura N° 2. 6: Cable coaxial.....	33
Figura N° 2. 7: Cable de fibra óptica.	34
Figura N° 2. 8: Red mediante líneas eléctricas.	37
Figura N° 2. 9: Fibra óptica multimodo.....	37
Figura N° 2. 10: Fibra óptica monomodo.	38
Figura N° 2. 11: Redes mediante tecnología HF y VHF.	42
Figura N° 2. 12: Red Mediante radio enlaces IP.	44
Figura N° 2. 13: Tabla de velocidades en IEEE 802.11n.	46
Figura N° 2. 14: Electrocardiógrafo portátil.....	48
Figura N° 2. 15: Espirómetro.....	49
Figura N° 2. 16: Dispositivo de presión arterial.	50
Figura N° 2. 17: Holter de ritmo.....	51
Figura N° 3. 1: Ubicación geográfica de los puntos de referencia.	58
Figura N° 3. 2: Ubicación de los nodos de radio enlace IP en Radio Mobile.	60
Figura N° 3. 3: Equipo estación base Rocket M5.....	62

Figura N° 3. 4: Equipo antena Rocket Dish.....	63
Figura N° 3. 5: Diagrama de red VoIP.	66
Figura N° 3. 6: Diagrama de red videoconferencia IP.....	69
Figura N° 3. 7: Diagrama de red de dispositivos de telemedicina.....	70
Figura N° 3. 8: Diagrama de red LAN dentro del centro de salud de Samán.....	72
Figura N° 4. 1: Enlace del Hospital Carlos Monge Medrano – C.S. Samán.	75
Figura N° 4. 2: Esquema general de red de telemedicina.	79
Figura N° 4. 3: Calculadora de las líneas necesarias a partir de los Erlang.....	81
Figura N° 4. 4: Gráfica de cabeceras y voz para el códec g.726.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1: Principales causas de morbilidad.....	23
Tabla 1. 2: Personal del Centro de Salud Samán.....	24
Tabla 3. 1.Población por etapas de vida del centro de salud samán.....	56
Tabla 3. 2: Técnicas e instrumentos de información.....	57
Tabla 3. 3: Puntos de referencia con sus latitudes y longitudes.....	59
Tabla 3. 4: Plan de direccionamiento IP para centro de salud samán.....	73
Tabla 4. 1: Calculo de los enlaces 5.8 GHz.....	78
Tabla 4. 2. Relación de calidad de imagen con Ancho de Banda.....	83
Tabla 4. 3: Resumen de ancho de banda para acceso a internet.....	87
Tabla 4. 4: Resumen de ancho de banda de la red de telemedicina.....	87
Tabla 4. 5: Costos de radio enlace IP.....	88
Tabla 4. 6: Costos de red VoIP.....	88
Tabla 4. 7: Costos de videoconferencia.....	88
Tabla 4. 8: Costos de equipos de telemedicina.....	89
Tabla 4. 9: Costos de red LAN en centro de salud de Samán.....	89
Tabla 4. 10: Costos de equipos de área administrativa.....	89
Tabla 4. 11: Costos de instalación de internet y telefonía fija.....	90
Tabla 4. 12: Costos de sistema de protección y torres.....	90
Tabla 4. 13: Costos instalación red de telemedicina.....	90
Tabla 4. 14. Resumen final de costos de la red de telemedicina.....	90



ANEXOS

ANEXO N° 1:.....	98
ANEXO N° 2:.....	103
ANEXO N° 3:.....	105
ANEXO N° 4:.....	107
ANEXO N° 5:.....	108

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

TIC	: Tecnologías de información y comunicación
WIFI	: fidelidad sin cables o inalámbrica
IEEE	: Instituto de ingenieros eléctricos y electrónico
IP	: Protocolo de internet
VOIP	: Voz sobre Protocolo de Internet o Telefonía IP
MIMO	: Múltiples entradas y múltiples salidas
TCP	: Protocolo de Control de Transmisión
TDMA	: Acceso Múltiple por División de Tiempo
OFDM	: Multiplicación por División de Frecuencias Ortogonales
PSTN	: La red telefónica pública conmutada
FTP	: Protocolo de Transferencia de Ficheros
INEI	: Instituto Nacionales de Estadística e Informática
MINSA	: Ministerio de la Salud
OMS	: Organización Mundial de la Sal

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consiste en el Diseño de una Red de Telemedicina utilizando tecnología WI-FI 802.11n para el monitoreo de pacientes en el Centro de Salud Samán- Puno, que se encuentra en la parte norte de la Provincia de San Román. La red básicamente consiste en unir de manera remota a través de enlaces inalámbricas de banda ancha IEEE 802.11n de larga distancia, esta red ha sido diseñado para ofrecer servicios de transmisión de voz y datos, de esta manera se establece la comunicación entre los diferentes nodos para las consultas médicas, tanto a través de llamadas telefónicas como sesiones de videoconferencia entre el centro de salud Samán con el Hospital Carlos Monge Medrano de la ciudad de Juliaca.

La metodología de la investigación es básica y tiene un enfoque descriptivo, se logró el diseño de la red de telemedicina y monitoreo de pacientes a través del servicio de videoconferencia, haciendo el uso correcto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la red permitió reducir tiempo, optimizar costos, mejorar la calidad de los servicios, disminuir riesgos y ampliar la cobertura de los servicios médicos para que de esta manera los pobladores de Samán reciban una mejor atención médica.

Palabras Claves: Telemedicina, Tecnología WI-FI, Banda ancha, Radio enlace, Acceso remoto.

ABSTRACT

The present project of investigation consists in the Designing of Telemedicina's Net utilizing technology WI FI 802.11n for patients' monitoring in the Health Care Facility Samán Puno, that you find yourself in the north part of St. Román's Province. The net basically consists in joining of remote way to crosswise of lace wireless of broad band IEEE 802.11n of long distance, this net has been designed for offering services of transmission of voice and data, this way the communication between the different nodes for the medical consultations becomes established, so much through phone calls like sessions of video conference between the health care facility Samán with the Hospital Charles Monge Medrano of Juliaca's city.

The methodology of investigation is basic and has a descriptive focus, it achieved the designing of telemedicina's net itself and I monitor of patients through the service of video conference, making out of the correct use information technologies and communication (TIC), the net it allowed reducing time, optimizing costs, upgrading the services, decreasing risks and enlarging the coverage of the medical services in order that this way Samán's inhabitants receive a better medical attention.

Key Words: Telemedicine, Technology WI-FI, Wideband, Radio Link, remote access.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, han aparecido nuevos conceptos tecnológicos como es el caso de la telemedicina, la misma que ha provocado un gran impacto en la sociedad debido a que ésta significa una vía para solucionar muchos de los problemas relacionados con la salud en sitios donde hasta ahora la solución de los mismos ha sido limitada por las distancias dado que esto ha obstaculizado la comunicación y el intercambio de información para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, evaluación e intercambio de información relacionada a investigaciones en salud, etc.

En nuestro país se desarrolló las telecomunicaciones a grandes pasos durante los últimos años, lamentablemente este desarrollo se ha concentrado en Lima y en las provincias con mejor desarrollo económico y sobre todo en las zonas urbanas de dichas provincias. En la zona urbana del departamento Puno tiene una buena infraestructura de telecomunicaciones; sin embargo, en los distritos no tan alejados como Samán no se tiene una gran infraestructura.

El objetivo de la investigación de la tesis está compuesto de dos partes: por una parte, se pretende que el diseño de una red inalámbrica basada en la tecnología IEEE 802.11n de larga distancia que pueda enlazar con el centro de salud del distrito de Samán con el Hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca. Por otra parte, se pretende mejorar el sistema de atención y monitoreo de pacientes a través del servicio de videoconferencia que es utilizado en el ámbito de la Telemedicina.

Esta red ha sido diseñada para ofrecer servicios de transmisión de voz y datos. De esta manera, se establece la comunicación entre los diferentes nodos para consultas

médicas, tanto a través de llamadas telefónicas como de sesiones de videoconferencia. Adicionalmente, se incluyen servicios de capacitación a distancia en tiempo real y emisión de vídeos, así como un servicio de carpetas compartidas para el envío y recepción de documentos administrativos.

Al finalizar el diseño de la red de Telemedicina en el Centro de Salud Samán está listo para su implementación. Después de la fase de pruebas y el monitoreo de los enlaces simulados en diferentes softwares.

El desarrollo de esta investigación se ha organizado en cuatro capítulos.

El primer capítulo está centrado en analizar los problemas que se han encontrado en el distrito de Samán y sus cuatro centros poblados, también se evaluó los problemas para proponer objetivos de la red.

En el segundo capítulo se busca presentar las diferentes tecnologías de redes usadas para telemedicina y elegir el que se adecue a las necesidades dadas, así como los diversos dispositivos de telemedicina que se vienen utilizando en nuestro país.

El tercer capítulo está referido a la metodología, tipo y diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos, procesamiento y análisis de datos.

El cuarto capítulo, se realizó los resultados del diseño de radio enlace IP, análisis de ancho de banda de la red de telemedicina, telefonía VoIP, videoconferencia y discusiones.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto de tesis.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El problema principal es la inadecuada accesibilidad a la atención sanitaria por parte de los pobladores de las zonas rurales o alejados del centro urbano de la ciudad. La causa principal del problema es la distancia y pobreza que sufre la mayoría de la población de Samán. Ya que, al no contar con los medios necesarios, no es factible trasladarse frecuentemente a la zona urbana de Juliaca, otra causa es la poca preocupación que da el gobierno regional y nacional a estos poblados alejados ya que no brinda adecuados sistemas de salud con medicinas en buen estado y que sean efectivos.

Están carentes de muchos equipos y medicinas por eso que muchas veces terminan dando inadecuados tratamientos a los pobladores, en la mayoría de los centros de salud no se cuenta con el personal adecuado para el tratamiento de muchas enfermedades.

La falta de infraestructura en las comunicaciones y el acceso a la información son factores que nos llevan a resolver el problema del distrito de samán, los pacientes carecen de atención médica de manera eficaz.

Las redes asistenciales de Es salud enfrentan hoy en día problemas que afectan el desempeño de cada centro de salud, reflejándose directamente en la calidad de la atención médica, la capacidad de diagnóstico presenta serias limitaciones, entonces existe la necesidad de realizar proyectos de telemedicina que utilicen las tecnologías actuales.

La principal aportación de este proyecto es la definición de un nuevo sistema de telemedicina para el monitoreo oportuno de los pacientes que contempla la prestación de servicios de manera integrada, propicia un estilo de atención centrado en el paciente y facilita el cuidado compartido de pacientes.

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Respecto a los antecedentes locales, existen las siguientes tesis:

MALDONADO SIFUENTES (2012); En su proyecto de tesis titulada “Diseño de la red interna de un telecentro Polivalente para la ciudad de Huancayo y Sicaya”, El presente proyecto de tesis consiste en el diseño de una red de telemedicina en el distrito de Sicaya, perteneciente a la provincia de Huancayo, Junín. La red básicamente consistirá en unir remotamente el centro de salud de Sicaya con el hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo para que de esta manera los pobladores de Sicaya reciban una mejor atención médica.

APOLO MARQUEZ Y VIDAL BARBARA (2014); En su proyecto de tesis titulada “Diseño de una red de telecomunicaciones en la banda ISM para brindar servicios de telemedicina a la provincia de Loja”, El presente proyecto de tesis presenta una propuesta de diseño de red de telecomunicaciones, articulada al Plan Nacional de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, orientada al mejoramiento de la calidad de los servicios de salud públicos de la provincia de Loja; a través del uso de los recursos disponibles y de tecnologías de comunicación de bajo costo; de modo que la red está basada en tecnología Wi-Fi estándar IEEE 802.11n.

CHECCA MALDONADO (2017); En su proyecto de tesis titulada “Diseño de una red de telemedicina y telefonía IP para el monitoreo de pacientes en los centros de salud del distrito de acora utilizando 802.11ac.” El presente proyecto de tesis consiste en el diseño de una red de telemedicina en el distrito de Acora, La red básicamente consistirá en unir remotamente los 19 centros de salud en los distintos centros poblados de todo el distrito de Acora. Para que los pobladores de este distrito tengan una mejor atención médica.

1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General

- ¿Es posible el diseño de una red de telemedicina utilizando tecnología WI-FI 802.11n para el monitoreo de pacientes en el distrito de Samán?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Qué tipo de tecnología se utiliza para el diseño de la red inalámbrica entre el centro de salud samán con el hospital Carlos Monge Medrano?
- ¿Cuál es el sistema de mejora para la atención y monitoreo de pacientes en el centro de salud Samán?

1.4. IMPORTANCIA Y UTILIDAD DEL ESTUDIO

Los beneficios que genera este proyecto, se deben en gran medida a la solución de problemas de tipo económico, social y tecnológico en la prestación de servicios de salud. Además la distancia dejaría de ser un factor crítico a la hora de atender pacientes que necesiten tratamiento especializado y de capacitar al personal existente a cargo; se facilita el acceso a los servicios de salud a personas que viven en zonas aisladas u otras personas con problemas de movilidad, se tendrían diagnósticos más acertados, ya que debido al diseño de la red inalámbrica de este recurso tecnológico los diagnósticos serán emitidos por profesionales, centros hospitalarios y clínicos de alto nivel.

Dada la necesidad de mejorar el diagnóstico y monitoreo de los pacientes en el centro de salud Samán, puesto que los pacientes del distrito no cuentan con la atención acorde a la exigencia de la situación, surge la idea de diseñar la Red de Telemedicina utilizando la tecnología WI-FI 802.11n de banda ancha más conocido como tecnología MIMO, además puede trabajar en dos bandas de frecuencia 2.4 GHz y 5 GHz, es útil

que trabaje en la banda de 5 GHz ya que esta menos congestionada permitiendo alcanzar un mayor rendimiento, es una excelente opción para atender nuestra problemática.

A continuación, mencionamos las ventajas de la Telemedicina:

- Pacientes: Brindar diagnósticos y tratamientos más rápidos y oportunos.
- Médicos de atención Primaria: Nuevas posibilidades de efectuar consultas con especialistas.
- Hospitales: Reducción de la pérdida de exámenes. Mejor comunicación entre los distintos servicios.
- Sistema de Salud: Mejor utilización y aprovechamiento de los recursos. Mejora de la gestión de salud pública. (Canto, 2000)

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo General

Diseñar una Red de Telemedicina utilizando tecnología Wi-Fi 802.11n para el monitoreo de pacientes en el centro de salud Samán - Puno.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Diseñar una red inalámbrica utilizando tecnología Wi-Fi 802.11n para el monitoreo de pacientes en el centro de salud Samán - Puno.
- b) Mejorar el sistema de atención y monitoreo de pacientes en el centro de salud samán a través del uso del servicio de videoconferencia utilizado en la telemedicina.

1.6. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

1.6.1. Ubicación geográfica

El distrito de samán se encuentra ubicado al noreste de la ciudad de Juliaca y en la parte sur del territorio peruano, El distrito Samán en el año 2007 tenía una población de 14,314 habitantes y una densidad poblacional de 75,9 personas por km², tiene una superficie total de 188,59 km², Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 15° 14' 17" de latitud sur y 69° 59' 43" de longitud oeste, a una altitud comprendida de 3,829 m.s.n.m. Se ubica a unos 26 kilómetros de distancia del centro urbano de la ciudad de Juliaca. Tiene 4 centros poblados: Muni Grande, Jasana Grande, Chucaripo y Quejón Mocco. A continuación, se presenta el mapa político del distrito de Samán.

Figura N° 1. 1: Mapa político del distrito de Samán.



Fuente: Mapa político del distrito de Samán, (nacional 2011).

Límites del Distrito

Norte : Laguna de Arapa

Sur : Distrito de Juliaca y Distrito de Pusi

Este : Distrito de Taraco

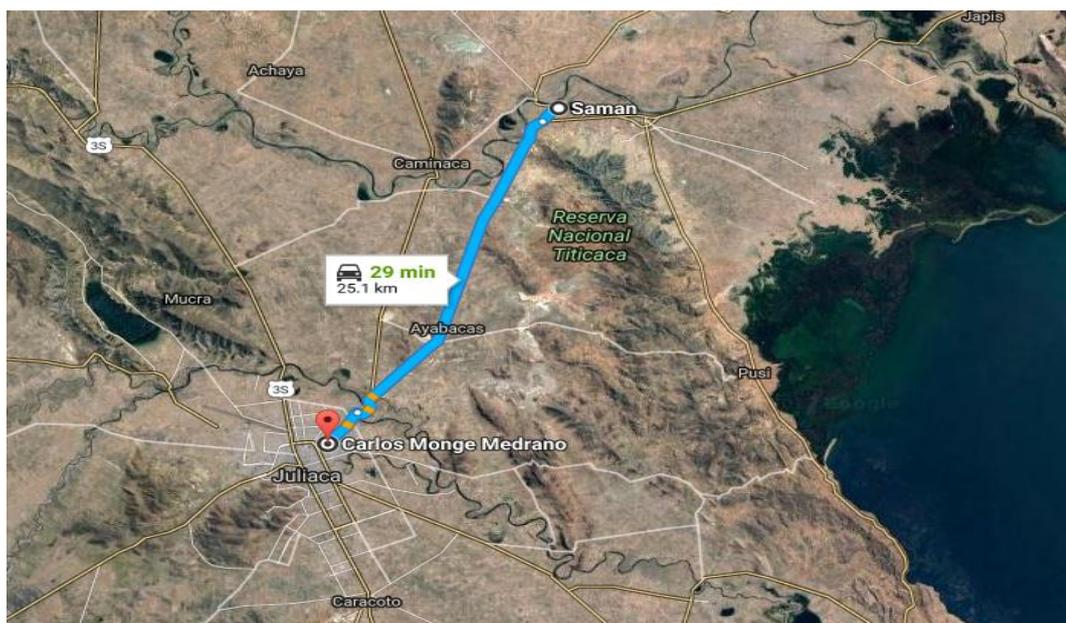
Oeste : Distritos de Caminaca

1.6.2. Necesidad de Telemedicina en el Distrito de Samán

Es conocido que la medicina es parte esencial de nuestra sociedad ya que mediante ella se puede consultar por algún problema de salud que tengamos y así poder recibir un tratamiento indicado para aliviar los malestares.

La medicina se ha ido desarrollando extraordinariamente durante los últimos años al igual que las telecomunicaciones. Como una unión de estos dos surgió lo que se conoce actualmente como telemedicina. A continuación, se brinda dos conceptos que tiene telemedicina: según la OMS, es el suministro de servicios de atención sanitaria en los que la distancia constituye un factor crítico; para INSALUD la utilización de la tecnología de la información y de las comunicaciones de proveer servicios médicos independientemente de la localización, de los que ofrecen el servicio y de los que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial. A continuación, se presenta un mapa donde se pone en claro la distancia entre el distrito de Samán y el hospital Carlos Monge Medrano de la ciudad de Juliaca.

Figura N° 1. 2: Mapa de Distancia entre Samán y Hospital C.M.M. de Juliaca.



Fuente: Google maps (2017).

La distancia entre ambos es aproximadamente 25.1 km. y para la población pobre resulta difícil este traslado debido a su escasez de recursos.

1.6.3. Necesidades sociales

La población del distrito de Samán es afectada por diversas enfermedades entre las que destacan infecciones a las vías respiratorias. Los males de este tipo son comunes en distritos que están a gran altitud como es este caso. La mayor parte del año se producen lluvias, granizadas acompañadas de un clima muy frío que afecta a las personas del lugar y les termina produciendo afecciones a las vías respiratorias y provocando diversas enfermedades que muchas veces no son tratadas adecuadamente debido a la carencia económica que sufre la mayoría de la población en este distrito. Además, el centro de salud no cuenta con las instalaciones adecuadas para el tratamiento de enfermedades de esta índole. (MINSAL, 2015)

Tabla 1. 1: Principales causas de morbilidad.

CATEGORIAS	0 A 11 AÑOS	12 A 17 AÑOS	18 A 29 AÑOS	30 A 59 AÑOS	60 AÑOS A MAS	TOTAL
Infecciones de vías respiratorias	180	66	77	113	24	462
Helmintiasis	4	29	20	68	19	140
Desnutrición	67	1	2	5	9	84
Obesidad	0	3	33	61	0	97
Infecciones intestinales	21	2	3	12	6	44
Lesiones de la piel	32	4	1	2	0	39
Micosis	1	4	2	12	8	27
Anemias nutricionales	32	2	2	2	0	38

Fuente: Centro de Salud Samán.

En muchas ocasiones la infección de las vías respiratorias que no reciben un tratamiento adecuado puede ocasionar la muerte de las personas como suceden en samán.

Actualmente, el personal del centro de salud samán está conformado de la siguiente manera.

Tabla 1. 2: Personal del Centro de Salud Samán.

Médicos	Obstetras	enfermeras	Técnicos en enfermería	Técnicos en información	Odontólogo	Psicólogo
1	3	4	6	1	1	1

Fuente: Centro de Salud Samán

1.6.4. Necesidades económicas

Las necesidades económicas con las que cuenta la población del distrito de Samán son muy graves ya que es un poblado que es dependiente de la agricultura y ante una mala temporada debido al clima u otros factores las familias de este distrito pierden buena parte de sus ingresos. El factor económico es importante ya que muchas veces esta falta de dinero provoca que la gente no pueda trasladarse con facilidad desde dicho poblado hacia la zona poblada dado el poco ingreso que tienen y que muchas veces el único centro de salud al que pueden acceder es el de propio distrito que no cuenta con los recursos de personal e implementos sanitarios necesarios.

CAPITULO II.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Definición de la Telemedicina

La OMS (Organización Mundial de la Salud) y la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) definen a la telemedicina de la siguiente manera:

"La Telemedicina es el suministro de servicios de atención sanitaria, en cuanto la distancia constituye en un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención en salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven". (Cabo Salvador, 2016)

La telemedicina sirve para la atención médica a distancia usando nuevos métodos en tecnología de telecomunicaciones. Ayuda a la educación, a la salud y mejora la calidad en las prestaciones de servicios médicos mediante el traspaso de información por algún tipo de medio de comunicación. Los beneficios que se pueden obtener gracias a la telemedicina suelen ser en lo relacionado a temas de reducción de tiempos de atención, tratamientos médicos y diagnósticos. También se obtiene la disminución de costo en traslados hacia un hospital, riesgos profesionales por parte de los médicos, y probabilidad de interconsultas.

Las telecomunicaciones sumadas a la medicina son lo que se conoce como telemedicina en donde un médico y su paciente pueden estar en lugares diferentes usando un sistema de tecnología de comunicaciones.

Figura N° 2. 1: Consulta médica a distancia.



Fuente: (Arcila Gómez, 2010)

2.1.2. Clasificación de los servicios Tele médicos

La telemedicina se ha ido desarrollando a través del tiempo, destacando las siguientes áreas que dan más apoyo a la medicina:

- **La consulta en tiempo real:** Esto permite que un doctor pueda ver y debatir los síntomas de un paciente que está siendo revisado por otro doctor a distancia. Esto toma forma como una aplicación futura, cuando aspectos como la acreditación, la responsabilidad y las formas de pago sean normalizadas.
- **El Diagnóstico:** Es un área de la Telemedicina va acompañada de elementos computacionales como los sistemas expertos a distancia, que contribuyen al uso de

base de datos en línea o al diagnóstico de un paciente, lo cual ayudará a la toma de decisiones por parte del personal médico.

- **El control a distancia:** Trata de la transmisión de información del paciente para ser revisados a fondo por personas especializadas que se encuentran encargadas del cuidado de dicho paciente. La información del paciente puede ser: ECG (Electrocardiograma), datos clínicos, radiografías, entre otros. Esta aplicación es de mayor uso en la actualidad.

2.1.3. Clasificación general por tipo de servicio

Las aplicaciones Tele médicas han cambiado a medida que se ha desarrollado más tecnología. Actualmente podemos encontrar las siguientes:

Tele consulta: Se trata de Tele consulta cuando los médicos especialistas de un hospital dan una segunda opinión sobre algún caso de un paciente a otra institución hospitalaria ubicada en otro lugar. Los especialistas de la salud de estos dos hospitales comparten el historial clínico del paciente y discuten las condiciones del paciente de forma interactiva. Luego de esto se realiza un diagnóstico final después de la realización de un debate entre los médicos. La Tele consulta usa un sistema síncrono de videoconferencia de dos vías, un mecanismo para compartir los documentos que son necesarios para la consulta y para que los médicos puedan participar de una conversación cara a cara.

Tele diagnóstica: El Tele diagnóstico es algo parecido a la Tele consulta, debido a que el médico realiza un diagnóstico de acuerdo a la información recibida. La gran diferencia entre el Tele diagnóstico y la Tele consulta es que el primero necesita de una alta calidad de datos y de imágenes para obtener un diagnóstico ideal, mientras que el segundo necesita de un entorno interactivo de conferencias. Se puede realizar de forma asíncrona,

tele diagnóstica, esto quiere decir que el médico puede realizar el diagnóstico de la mejor manera para luego poder enviar un informe del diagnóstico hacia el hospital que envió la información.

Teleeducación: En la Teleeducación el especialista de la institución receptora juega el papel de estudiante, respecto a los conocimientos avanzados que tiene el médico de la institución emisora. Estos conocimientos pueden ser transmitidos a través de la teleconferencia, usando el sistema de videoconferencia en tiempo real. Adicionalmente se pueden transmitir materiales médicos de enseñanza de forma de texto digital multimedia presentado en una Web.

2.1.4. Clasificación en el tiempo

Esta clasificación toma énfasis en el momento en que se tiene una intervención médica a distancia y una comunicación entre el proveedor del servicio y el cliente. Podemos clasificar de la siguiente manera:

2.1.4.1. Tiempo diferido

Se trata cuando el cliente de un servicio de Telemedicina no se encuentra en comunicación directa con el proveedor de dicho servicio, esto quiere decir que el cliente este off line (fuera de línea). Este tiempo diferido se conoce como la modalidad de almacenamiento y envío, ya que el proveedor del servicio guarda todas las solicitudes de telemedicina y en un tiempo dado las atiende, luego de terminar el trabajo envía los resultados al cliente. (Betancourth, 2015)

2.1.4.2. Tiempo real

Se trata de lo contrario al tiempo diferido, en este caso el cliente de un servicio de Telemedicina se encuentra en comunicación directa con el proveedor de servicio a través

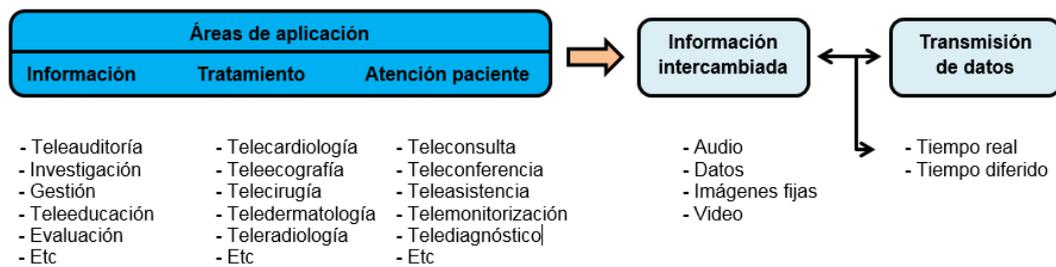
de un medio de comunicación. Esto requiere un gran ancho de banda. La Telemedicina en tiempo real tiene dos herramientas básicas que son:

- **Aplicación interactiva:** Trata de programas de software que utilizando un protocolo determinado permite sincronizar dos aplicaciones remotas para que los actores de la Telemedicina puedan compartir información.
- **Videoconferencia:** Trata del sistema común de videoconferencia interactiva a través de cámaras de video.

2.1.5. Tipos de información intercambiada

Los servicios de Telemedicina suelen ser de forma multimedia mediante los tipos de datos asociados. Para una buena evaluación se necesita conocer la naturaleza y generación, esta información puede ser de tres tipos: señales de tipo fisiológico o funcional, texto, imágenes de tipo anatómico y video. La clasificación de los servicios médicos se muestra en la Figura 4.

Figura N° 2. 2: Clasificación de los servicios de Telemedicina.



Fuente: (Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

2.1.6. Elementos de redes de telecomunicación

A continuación, se presenta los componentes de las redes de telecomunicación que sirven para el transporte de información que también será usado para el transporte de datos relacionados a los síntomas y estado de los pacientes. (Martinez Ramos, 2009)

- **Terminal:** Se denomina así al equipo o conjunto de equipos usados para comunicarse (teléfonos, computadoras, equipos médicos de medida, etc).
- **Interfaz:** Puntos de conexión que hay para el o los terminales de la red.
- **Medios de transmisión:** Se denomina así el medio en el cual se transporta la información, también llamados "canales de información" donde se entiende a canal como el medio físico por donde viaja la información de un punto a otro.
- **Nodos:** Esta encargado de transportar y gestionar la información de un terminal a otro a través del medio de transmisión.

2.1.7. Velocidad de transmisión de las redes

La velocidad con la que se transporta la información en el medio físico estará expresada en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (Kbps), megabits por segundo (Mbps), gigabits por segundo (Gbps). Un bit es la unidad de información que está dada por un dígito binario ya sea este 1 o 0. Un byte estará compuesto de ocho bits o un octeto de bits. La velocidad puede ir variando dependiendo del ancho de banda del canal, el cual se define como el rango de frecuencias en el cual puede transmitirse esta información de forma efectiva a través del canal y se expresa en Hertzios (Hz), kilohertzios (KHz), mega hertzios (MHz) y giga hertzios (GHz). Un hertzio se podría definir como un número de repeticiones por segundo de una onda electromagnética completa. La relación será directa entre ancho de banda y velocidad de transmisión, es decir, a mayor ancho de banda se podrá tener mayor velocidad de transmisión. Dependiendo de la capacidad de las bandas se puede clasificarlas en banda estrecha y banda ancha. (Martinez Ramos, 2009)

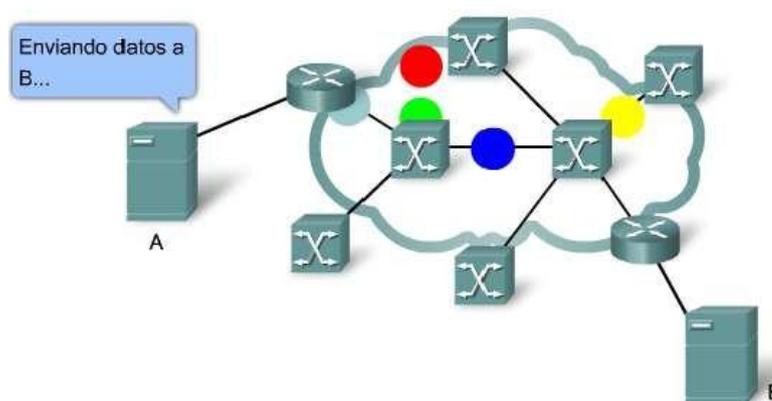
2.1.8. Clasificación según arquitectura y transporte de información

Según la arquitectura y manera en que se transporta la información, las redes de telecomunicaciones se dividen en redes conmutadas y redes de difusión.

a) **Redes conmutadas:** Consiste en una red alternada de nodos y canales de comunicación, es decir a la información se transmite a un nodo a través de un canal. Este a su vez gestionara hacia donde se va la información. Las redes conmutadas se dividen en dos: (Martinez Ramos, 2009)

- En conmutación de paquetes, el mensaje a transmitir se divide en pequeños paquetes que serán enviados por partes de nodo en nodo siguiendo diversas rutas. En el receptor final, el mensaje será juntado nuevamente y se le entrega al receptor.
- En conmutación de circuitos, se busca y reserva una determinada ruta entre usuarios. Una vez que la comunicación está establecida, esta trayectoria se mantiene durante todo el tiempo que se transmite la información. Con esta técnica se requiere de una señal que reserve diferentes segmentos de red entre ambos usuarios.

Figura N° 2. 3: Conmutación de paquetes.

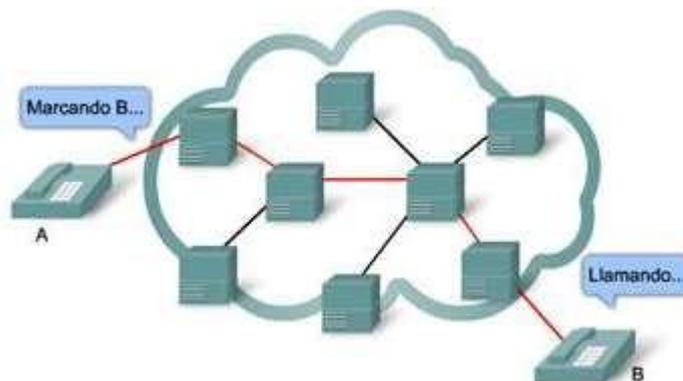


Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

b) **Redes de difusión:** Se trata de una red a la cual todos los usuarios están conectados a cierto canal, todos los usuarios podrían recibir el mensaje, pero solo lo recibirán aquellos que tengan su dirección como destinatario. Para este tipo de redes, es típico que se use canales de radio, aunque también puede realizarse la difusión por medio de canales

metálicos. En este tipo de redes se tiene un solo nodo en el cual se pone la información a un canal al cual están conectados todos los usuarios.

Figura N° 2. 4: Conmutación de circuitos.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

2.1.9. Clasificación según medio de transmisión

Los medios de transmisión son los canales de transmisión de la información. Las redes también pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de medio de transmisión que utilicen. A continuación, se presentara la clasificación: (Martinez Ramos, 2009)

a. Red alámbrica: En esta clasificación se incluye medios físicos como cables par trenzado de cobre, cable coaxial y fibra óptica.

- **Cable de par trenzado de cobre:** Se trata de un par de hilos de cobre aislados trenzados entre si y cubiertos por una malla protectora. Es usado tanto en transmisión analógica como digital. Es el más económico y tiende a usarse en cable de telefonía fija. Su ancho de banda depende de la sección de cobre que use, así como la distancia que tenga que recorrer. Su velocidad dependerá del tipo de cable usado para transmitir.

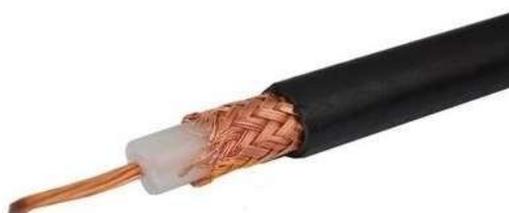
Figura N° 2. 5: Par trenzado de cobre.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

- **Cable coaxial:** Consiste en un núcleo de cobre envuelto por una capa aislante; a su vez están cubiertos por una malla metálica para proteger de interferencias; este conjunto de cables está recubierto por una capa protectora. Es usado para transmisión de señales de televisión y de datos a alta velocidad para varios kilómetros. Es importante tener en cuenta que para mayor velocidad de transmisión se podrá cubrir menor distancia.

Figura N° 2. 6: Cable coaxial.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

- **Cable de fibra óptica:** Usan pulsos de luz a través de fibras de cristal para transmitir la información. Está compuesto de una fibra de cristal cilíndrico recubierto por una capa concéntrica de revestimiento, esto protege ante interferencias eléctricas haciendo más rápido la transmisión de datos que en el caso de los cables de cobre ya que la señal no se atenúa ni pierde energía muy rápidamente. Si bien el despliegue de cable de fibra óptica es más caro que los anteriormente mencionados, proporciona una mejor calidad de transmisión.

Figura N° 2. 7: Cable de fibra óptica.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

b. Red Inalámbrica: En este tipo de redes se usan microondas, luz infrarroja, señales de radio y satélites.

- **Microondas:** Ondas de radio de alta frecuencia. Viajan en línea directa, es decir, para transmitir entre transmisor y receptor debe haber línea de vista. Las curvaturas e inflexiones del muchas veces impiden esta línea de vista; por lo tanto, se tendrán que usar antenas más altas y también se hace uso de repetidores si persiste el problema.
- **Luz infrarroja:** Consiste en la emisión y recepción de haces de luces, el emisor y receptor deben tener vista directa dado que la luz viaja en línea recta y ante una pequeña curvatura se distorsionaría la señal.
- **Señales de radio:** Consiste en la emisión y recepción de señales de radio; por lo tanto, el emisor y receptor deben estar sintonizados a la misma frecuencia. No es necesario visión directa para la transmisión de datos.
- **Satélites:** Consiste en el uso de satélites para transportar la información entre emisor y receptor. Su desventaja es que el costo de utilización del satélite es alto mientras que su velocidad no es tan alta pero su ventaja consiste en que no es necesario tener una red instalada para poder hacer uso de este tipo de red.

2.1.10. Redes de comunicación utilizados en Telemedicina

2.1.10.1. Red mediante líneas eléctricas

Es un sistema de telecomunicaciones que se basa en el uso de las líneas de distribución eléctrica para la transmisión de información. El sistema PLC (Power Line Communication) ofrece conectividad de banda ancha de alta velocidad para envío de datos, señales de control e información usando las redes eléctricas.

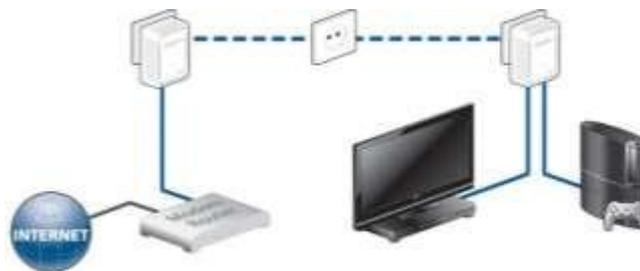
Antes de empezar sobre PLC, se deben dar a conocer los diferentes tipos de redes eléctricas que existen actualmente. En primer lugar, se tienen las redes de alta tensión que se encargan de transportar la energía desde el primer transformador-amplificador a la primera subestación de transporte. Los valores de tensión eléctrica que transportan se encuentran en el orden de 220 y 400 Kv. En segundo lugar, se tiene a las redes de media tensión, su función es convertir energía eléctrica en valores de tensión inferiores con valores que se encuentren entre 15 y 20 Kv. Finalmente, se tiene las redes de baja tensión que se encarga de una última reducción de tensión para poder suministrar electricidad a los domicilios y la reducción de voltaje se dará hasta 220 voltios y 120 voltios. La energía eléctrica se distribuirá hacia cada abonado como corriente alterna de baja frecuencia (50 o 60 Hz).

El sistema PLC centra su atención en el tramo de Baja Tensión de la red eléctrica, pero en alta frecuencia. El sistema PLC comparte la línea eléctrica con él envío de diferentes rangos de frecuencia. Los rangos de frecuencia se encontrarán entre 1.6 y 30 MHz, es decir, en la banda de alta frecuencia. (Martinez Ramos, 2009)

Entre las principales características de sistemas PLC se encuentran:

- No es necesario obra civil ya que las redes eléctricas son usadas para transmisión de voz y datos. Es más accesible llegar a cualquier punto geográfico.
- Posibilidad de lograr conexión desde cualquier punto del hogar con el uso de uno o hasta dos módems.
- Conexión permanente las 24 horas del día.
- La instalación es rápida y simple.
- El ancho de banda para transmisión de datos, voz y video se realizan a una velocidad bastante aceptable.
- Se usan micro filtros para evitar interferencia con los electrodomésticos del hogar. Para el uso de esta tecnología se debe contar con los siguientes dispositivos.
- Modem PLC: Instalado en el hogar del cliente y permitirá la transmisión de datos, así como el servicio telefónico por voz.
- Repetidor: Dispositivos que se conectara con el modem del usuario. Su función es regenerar señales PLC y permitir la conexión de hasta 256 módems.
- Dispositivo Head End: Dispositivo ubicado en las compañías eléctricas. Son equipos preparados para conectarse con redes IP. Él envío de información usando PLC es muy atractivo dado que a través de las redes eléctricas se puede suministrar señales de telecomunicaciones, es decir, las redes de baja y media atención se convierten en acceso a banda ancha a través de los enchufes tradicionales permitiendo diversos servicios como conectividad de alta velocidad, telefonía IP, aplicaciones multimedia, servicios de domótica; asimismo, se hará medición y control de diferentes variables de forma remota para gestión de seguridad de la red permitiendo la aplicación de códigos de seguridad y la encriptación de la información; además, se puede proporcionar diversas aplicaciones para el área de telemedicina.

Figura N° 2. 8: Red mediante líneas eléctricas.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

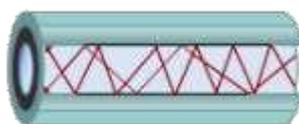
2.1.10.2. Red mediante fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión de información que utiliza ondas de luz como portadora de información. La fibra óptica es una de las tecnologías más usadas en el siglo XXI y permite integrar en el mismo canal varios servicios de telecomunicaciones. (Martinez Ramos, 2009)

La trayectoria que sigue el haz de luz a través de la fibra óptica se determina modos de propagación. Según el modo de propagación, la fibra se divide en dos:

- **Fibra multi modo:** Consiste en que se pueden guiar muchos modos a través de la fibra óptica donde cada uno de estos modos seguirá un camino diferente. Esta característica ocasiona que su ancho de banda sea inferior que al de las fibras mono modo. Es usado de preferencia para comunicación en distancias pequeñas, hasta 10 km.

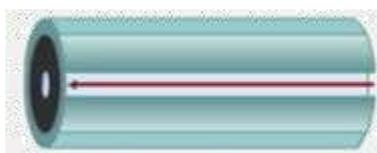
Figura N° 2. 9: Fibra óptica multimodo.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

- **Fibra mono modo:** Su principal característica es que el diámetro de su núcleo es tan pequeño que solo permite la propagación de un único modo que es propagado directamente y sin reflexión. Esta característica causa que su ancho de banda sea muy elevado. Es usado de preferencia para comunicación a grandes distancias, de preferencias superior a los 10 km. (Martinez Ramos, 2009)

Figura N° 2. 10: Fibra óptica monomodo.



Fuente: (Martinez Ramos, 2009)

En sistemas de comunicaciones basados en fibra óptica existe un emisor que se encarga de emitir haz de luz para transmisión de datos. Los emisores pueden ser de dos tipos: LED (Diodo emisor de luz) y LASER. En el otro extremo se tiene un detector óptico o receptor que sirve para transformar la señal de la luz que llega de la fibra en señales eléctricas. En los últimos años, los sistemas de fibra óptica se han convertido en una de las tecnologías más avanzadas usada para la transmisión de información.

Logra el transporte de información a mayor velocidad y disminuir en gran medida los ruidos e interferencias. Se ha planteado varias aplicaciones para fibra óptica además de telefonía como son: computación, sistema de televisión por cable, transmisión de información de imágenes de alta resolución, etc. (Martinez Ramos, 2009)

Las características de la fibra óptica respecto a otros medios físicos son las siguientes:

- **Ancho de banda:** Las fibras ópticas podrían llegar hasta alrededor de 1 THz aunque este rango no es usado en nuestros días. Su ancho de banda excede ampliamente al de los cables de cobre.

- **Bajas pérdidas:** Las pérdidas para el caso de fibra óptica no se verá afectado con la frecuencia como sucede en el caso de los cables de cobre. La baja atenuación ocasiona una mayor distancia entre repetidores (más de 100 Km.).
- **Inmunidad electromagnética:** La fibra no irradia y no es sensible a las radiaciones electromagnéticas.
- **Confidencialidad:** Es muy complicado intervenir una fibra. Es muy seguro como medio de transmisión ya que no puede captarse lo que se transmite mediante antenas al no irradiarse energía electromagnética.
- **Seguridad:** Es apta para ser utilizada en ambientes peligrosos. Dado que no es conductor no presenta peligro de descargas eléctricas.
- **Bajo Peso:** Pesa considerablemente menos que los cables de cobre.

Algunas desventajas de usar fibra óptica serian: (Martinez Ramos, 2009)

- Solo se podrá instalar en zonas donde ya está provista la red de fibra óptica.
- El costo de la conexión de fibra óptica es elevado ya que no se cobra por utilización sino por transmisión de información al ordenador que se mide en MB.
- El costo de instalación de fibra óptica es elevado.
- La fibra óptica es muy frágil.
- Los conectores que se usan son de disponibilidad limitada.
- Los cables de fibra roto son difíciles de ser reparados.

2.1.10.3. Red basada en tecnología HF y VHF

La tecnología HF y VHF es ampliamente usada en comunicaciones de voz semiduplex pero también puede ser usada para comunicaciones de datos. Esta tecnología ha sido usada por EHAS para las algunas redes de telemedicina que se hicieron para

comunidades rurales dado su velocidad, calidad, robustez y sobre todo por el bajo costo del equipamiento. Otra de las ventajas es que esta tecnología no necesita línea de vista entre equipos terminales y es factible las comunicaciones sin importar demasiado lejanía y condiciones topográficas. Los servicios que se pueden brindar con tecnología VHF y HF serán explicados a continuación. (EHAS, 2013)

a. Servicios de voz. Las bandas en las que se trabajan son 30 - 3000 MHz. Usar esta tecnología resulta fiable para comunicación de zonas de cobertura de corta y media distancia que no tienen visibilidad directa. En la banda VHF es posible conectar estaciones con una buena calidad de voz en un radio aproximado de 50 km. (esto depende de la zona). Esta banda presenta una gran estabilidad debido a que no es dependiente de las condiciones ambientales o del instante del día. En la banda HF (3 - 30 MHz) permite comunicaciones de larga y muy larga distancia gracias al fenómeno denominado propagación ionosférica. Dicha propagación consiste en reflexión de señales de radiofrecuencia en las capas altas de la atmósfera (situada a unos 250 km. de altitud).

El principal defecto de HF es la baja calidad de transmisión ya que dichas señales están expuestas a diversos efectos de distorsión como absorción atmosférica, elevado ruido, multicamino, etc. Además, las transmisiones son muy dependientes del momento del día, estación del año, actividad de manchas solares, tormentas ionosféricas, entre otros factores medio ambientales que podrán hacer que la señal no se transmita con atenuaciones e interferencias en esta banda. (EHAS, 2013)

b. Servicios de datos. La transmisión de datos será un complemento valioso a la comunicación de voz ya que se aprovechan los mismos equipos usados para voz. Las estaciones clientes están equipadas por una PC de usuario, un router radio independiente, conectado por red ethernet, encargado del interfaz entre PC y radio transceptor. Las

velocidades que se pueden transmitir a través de un canal de radio son relativamente bajas (9.6 Kbps para VHF y 2.5 Kbps para HF) pero esta velocidad será suficiente para transmitir correo electrónico, acceder a páginas web e incluso mensajería instantánea. Tanto en VHF como en HF, la topología más habitual de las redes EHAS es la centralizada en la que varios clientes se conectan a un solo servidor que tiene salida a Internet. (EHAS, 2013)

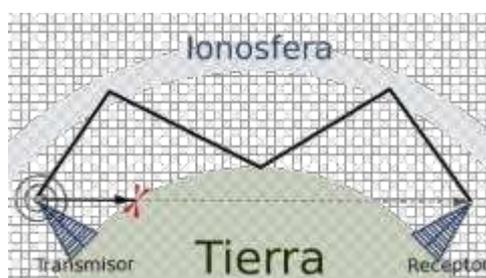
c. Pasarela a la red telefónica conmutada (RTC). La solución tradicional usada para acceso a la línea telefónica desde estaciones de radio es el uso de un dispositivo hardware llamado phonepatch. Mediante este dispositivo, un usuario de la radio puede a través de micrófonos con teclado DTMF realizar y recibir llamadas dentro de la red telefónica. Sin embargo, también se podría usar telefonía por internet (VoIP: Voz sobre IP) cuyo uso está en expansión. Para trabajar con Asterisk (centralita telefónica software más popular actualmente) en el proyecto EHAS se desarrolló un phonepatch software. Este phonepatch para Asterisk es totalmente configurable y compatible con transceptores que trabajan tanto en HF como VHF. El esquema de red será parecido al de transmisión de datos con un servidor en un punto central conectado a Internet (VoIP) o RTC, y este es usado como estación de enlace para comunicación con otros clientes. De esta manera, se puede realizar y recibir llamadas a través de la red EHAS con teléfonos IP (sin costo) y a través de la red análoga (llamadas salientes, usando tarjetas prepago para no complicar el sistema de tarificación usado). (EHAS, 2013)

d. Limitaciones

- La comunicación de datos resulta siendo demasiado lenta limitando en muchos casos los servicios a los que se puedan acceder ya que por ejemplo no puede producirse comunicación de voz y datos a la misma vez.

- Los equipos para transmisión consumen mucha energía eléctrica, lo cual aumenta los costos de instalación y reduce el tiempo que está disponible el enlace durante el día.
- La voz semi-duplex será difícil de ser adaptada a la red telefónica y se necesitará operar en frecuencias licenciadas lo cual implica mayores costos y todo un trámite adicional algo engorroso.

Figura N° 2. 11: Redes mediante tecnología HF y VHF.



Fuente: (EHAS, 2013)

2.1.10.4. Red mediante radio enlaces IP

Con el desarrollo de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas que se han ido desarrollando durante los últimos años y dado el uso de bandas libres tanto en banda de 2.4 GHz y de 5.8 GHz se permite ofrecer fáciles soluciones basados en radio enlaces IP punto a punto. Los radios enlaces IP punto a punto sirven para cubrir distancias grandes para operación de determinados codificadores de audio y video en función de las necesidades de transporte de señal que el cliente necesite.

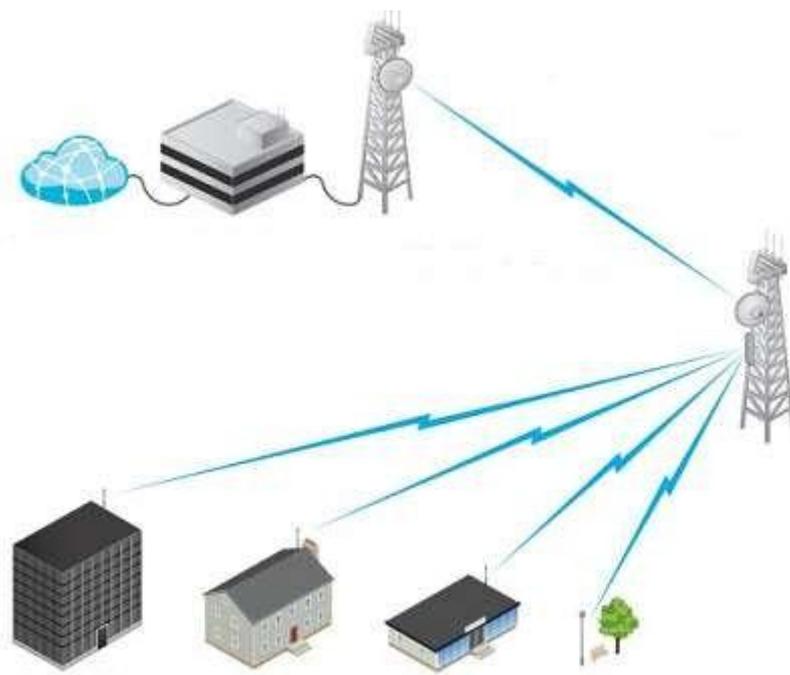
Opcionalmente para hacer un buen uso del rendimiento de radiofrecuencia y para el ahorro de energía eléctrica se puede utilizar alimentación a través de un PoE, es decir, alimentación a través de la línea Ethernet. (Martinez Ramos, 2009)

Este tipo de radio enlaces suele usarse para enviarse voz, datos e internet desde un centro emisor hacia un centro remoto el cual recibirá las señales con la información requerida. Dado que por una sola unidad de Radiofrecuencia se puede enviar varias señales a la vez; entonces, será un producto muy útil para ser aplicado por muchos proveedores de servicios de internet, así como por proveedores de líneas telefónicas.

Entre las principales ventajas de los radios enlaces IP se puede mencionar los

Siguientes:

- Transmisión 100% Digital.
- Multicanal y multi dispositivo, un mismo enlace se puede utilizar para transportar múltiples canales de audio y voz independientemente.
- Facilidad de instalación y ajuste.
- Buena directivita de antenas para evitar interferencias con otros servicios.
- Cubre distancias mayores de 25 Km.
- Tiene un bajo costo de instalación y mantenimiento.
- Trabaja en bandas libres.
- Optimiza la utilización del espectro radioeléctrico.
- No requiere de mucho consumo eléctrico.

Figura N° 2. 12: Red Mediante radio enlaces IP.

Fuente: Ubiquiti Networks

2.1.11. Tecnología WIFI 802.11 N

Los siguientes apartados intentarán dar a conocer un poco más esta tecnología y ahondar en sus características y especificaciones.

2.1.10.1. IEEE 802.11n

IEEE 802.11n es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11-2007 para mejorar significativamente el rendimiento de la red más allá de los estándares anteriores, tales como 802.11b y 802.11g, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 Mbits/s a un máximo de 600 Mbits/s. Actualmente la capa física soporta una velocidad de 300Mbits/s, con el uso de dos flujos espaciales en un canal de 40 MHz. Dependiendo del entorno, esto puede traducirse en un rendimiento percibido

por el usuario de 100Mbps/s. (M. & Lee, 2006). El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009.

2.1.10.2. Descripción de la Tecnología MIMO.

MIMO es una tecnología que utiliza múltiples antenas para resolver, de manera coherente, más información posible de lo que se lograría con una antena simple. Una de las modalidades que ofrece es la Multiplexación por División Espacial (Spatial División Multiplexing SDM). SDM multiplexa espacialmente múltiples flujos de datos de forma independiente, transferidos simultáneamente dentro de un canal espectral de ancho de banda. MIMO SDM puede incrementar significativamente el caudal o throughput de los datos a medida que los flujos espaciales de salida aumentan. Cada flujo espacial requiere una antena discreta tanto en el transmisor como en el receptor. Adicionalmente, la tecnología MIMO impone una cadena independiente de radiofrecuencia y un conversor analógico-digital para cada antena MIMO, lo que se traduce en un coste mayor de implementación que los sistemas que no utilizan MIMO.

Los canales operando en 40 MHz (llamado 'Channel Bonding') es otra de las nuevas incorporaciones que presenta el 802.11n, que duplica el ancho de canal de 20 MHz que presentaban versiones anteriores para transmitir datos. Este hecho permite duplicar la velocidad de los datos sobre un único canal de 20 MHz. Puede funcionar en la banda de 5 GHz o en la de 2.4 GHz. Para operar en esta última, debemos cerciorarnos de que no interferiremos con otros dispositivos que utilizan 802.11 o sistemas que no utilizan la tecnología 802.11 pero que funcionan en el mismo rango de frecuencias, como es el caso de Bluetooth. (M. & Lee, 2006)

La fusión de la arquitectura MIMO con canales de ancho de banda mayores ofrece una tasa de transferencia física muy superior a la de los estándares 802.11a (5 GHz) y 802.11g (2.4 GHz).

Figura N° 2. 13: Tabla de velocidades en IEEE 802.11n.

MCS Index	Modulation	Spatial Streams	802.11n Data Rate			
			20 MHz		40 MHz	
			L-GI	S-GI	L-GI	S-GI
0	BPSK	1	6.5	7.2	13.5	15
1	QPSK	1	13	14.4	27	30
2	QPSK	1	19.5	21.7	40.5	45
3	16-QAM	1	26	28.9	54	60
4	16-QAM	1	39	43.3	81	90
5	64-QAM	1	52	57.8	108	120
6	64-QAM	1	58.5	65	121.5	135
7	64-QAM	1	65	72.2	135	150
8	BPSK	2	13	14.4	27	30
9	QPSK	2	26	28.9	54	60
10	QPSK	2	39	43.3	81	90
11	16-QAM	2	52	57.8	108	120
12	16-QAM	2	78	86.7	162	180
13	64-QAM	2	104	115.6	216	240
14	64-QAM	2	117	130	243	270
15	64-QAM	2	130	144.4	270	300

Fuente: (M. & Lee, 2006)

MCS Index: Modulation and Coding Scheme (MCS) es un índice que representa una modulación y una tasa de codificación correspondiente.

L-GI: Intervalo de guarda inferior, que equivale a 800 ns.

S-GI: Intervalo de guarda superior, que equivale a 400 ns.

2.1.10.3. Codificación de datos

El transmisor y el receptor utilizan técnicas de pre-codificación y post-codificación, respectivamente, para alcanzar la capacidad de un enlace MIMO. La pre-codificación incluye ‘Spatial Beamforming’ (codificación espacial de formación de haz) y codificación espacial. Spatial Beamforming mejora la calidad de la señal recibida en la

etapa de decodificación. La codificación espacial puede aumentar el caudal o ‘throughput’ de los datos a través de un demultiplexado espacial e incrementa el rango utilizando diversidad espacial en técnicas como la codificación de Alamouti. (M. & Lee, 2006)

2.1.10.4. Velocidad de transferencia

Es posible conseguir velocidades de hasta 600 Mbits/s sólo con un máximo de cuatro secuencias o flujos espaciales utilizando canales de 40 MHz de ancho de banda. En la figura Nro. 3 podemos observar y analizar las distintas variables que permiten una tasa de transferencia máxima para este estándar. Como vemos, con dos flujos independientes, 40 MHz de ancho de banda y un intervalo de guarda de 400 ns, podemos llegar a 300 Mbits/s. (M. & Lee, 2006)

2.1.12. Terminales de acceso en una red de telemedicina

2.1.12.1. Electrocardiógrafo portátil

Mediante la electrocardiografía se evalúa la actividad eléctrica del corazón y la vez grabar y realizar trazados de ECG de alta calidad y fiabilidad que pueden ser transmitidos a través de cualquier vía telefónica desde cualquier lugar con acceso a línea telefónica.

El funcionamiento de este electrocardiógrafo será simple ya que el doctor tratante obtiene el resultado del ECG siguiendo ciertos protocolos para luego hacer un diagnóstico apropiado de la patología o hacer el seguimiento de la patología que tiene el paciente; luego, el electrocardiógrafo en el centro de salud donde se encuentra el paciente realiza la toma del ECG y se realiza el trazado que será transmitido por el mismo dispositivo

poniendo los datos básicos del paciente. Todo este proceso se realizará a través de la línea telefónica convencional y todo el resultado obtenido del paciente será procesada y generará un informe electrocardiograma elaborado por el especialista. A través de esta red de telefonía donde funciona este dispositivo, también se podría realizar una interconsulta entre el paciente y el especialista para que el especialista pueda tener datos adicionales que requiera del paciente y así determinar adecuadamente la enfermedad del paciente o hacer un monitoreo más adecuado del progreso del paciente. (Innomed medical, 2017)

Figura N° 2. 14: Electrocardiógrafo portátil.



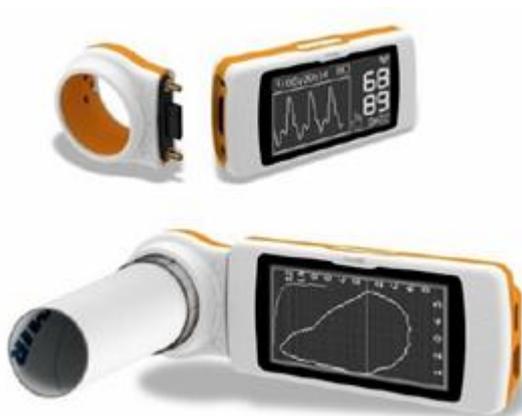
Fuente: Innomed medical (2017).

2.1.12.2. Espirómetro

Este dispositivo es un equipo tipo turbina que realiza interrupción de infrarrojos con posibilidad de recolectar datos de saturación de oxígeno en sangre periférica (SpO₂) y cada uno de estos datos puede ser registrado en una memoria interna que garantizara las confiabilidades de las mediciones para lograr un buen diagnóstico. El espirómetro servirá para la detección o el seguimiento de patologías respiratorias como son EPOC (enfermedad obstructiva crónica), asma, fibrosis pulmonar y otras enfermedades relacionadas a vías respiratorias.

El funcionamiento del dispositivo será muy simple ya que cuando el médico tratante desea tener un diagnóstico sobre una patología bronco-pulmonar solicita dicho estudio y el paciente a través del espirómetro realizara una maniobra denominada "expiración forzada" con el cual se realizarán una serie de cálculos que dependerán de ciertos datos del paciente como son edad, peso, talla, sexo. Posteriormente, estos datos son transmitidos a través de las líneas telefónicas hacia el centro de salud donde se encuentra el médico especialista sobre enfermedades de vías respiratorias (neumólogo) que a través de un análisis de variables y percentiles llega a una conclusión sobre el estado respiratorio de la persona y determinara el tratamiento más adecuado dependiendo de la dolencia y gravedad que tenga la enfermedad de dicha persona. (Innomed medical, 2017)

Figura N° 2. 15: Espirómetro.



Fuente: Innomed medical (2017).

2.1.12.3. MAPA (Presión arterial de 24 horas)

Registra la presión arterial sistólica y diastólica del paciente durante el día mientras este realiza sus actividades rutinarias. El examen se realizará para confirmar o diagnosticar si la persona sufre de hipertensión arterial; asimismo, se usará para dar un monitoreo a los pacientes ya diagnosticados y poder darles el tratamiento adecuado para

la hipertensión. Este método es más fiable dado que el paciente al no encontrarse con el doctor al lado no siente ningún tipo de presión extra y se podrá determinar adecuadamente si el paciente sufre de hipertensión si este presenta los síntomas mientras realiza sus actividades cotidianas.

El examen se realizará mediante un tensiómetro digital portátil que el paciente estará portando durante todo el día. El dispositivo ira realizando tomas de la presión arterial de forma sistemática mediante un manguito conectado a él y esta información la almacenara en memoria. Al finalizar, la información almacenada será descargada hacia una PC a través de un software que requerirá como entrada datos de paciente como antecedentes, medicación, síntomas y algún otro dato relevante para que posteriormente toda esta información sea transmitida hacia el médico especialista a través de internet.

Una vez que el médico especialista reciba la información, procederá a analizarla y diagnosticar el estado en el que se encuentra el paciente ya sea para diagnosticar o darle el tratamiento adecuado. (Innomed medical, 2017)

Figura N° 2. 16: Dispositivo de presión arterial.



Fuente: Innomed medical (2017).

2.1.12.4. Holter de ritmo

Es un sistema capaz de registrar el electrocardiograma (ECG) del individuo para que posterior el especialista pueda evaluar y analizar. Para este sistema se dispondrá de un sistema de electrodos, una grabadora y un electro analizador. Se analizará la actividad cardiaca permanentemente durante todo el día y lleva un registro de las actividades diarias de un individuo. Este registro será entregado al médico especialista para que haga el seguimiento del paciente y darle un tratamiento adecuado. (Innomed medical, 2017)

Figura N° 2. 17: Holter de ritmo.



Fuente: Innomed medical (2017).

2.1.13. Red de comunicación elegida para la red de Telemedicina

Para el proyecto de red de telemedicina, se analizaron cuatro diferentes casos. Se descartó el uso de PLC dado que los equipos que trabajan en la central eléctrica son demasiados caros; además, se estaría dependiendo del sistema de red eléctrica que usualmente falla ante grandes tormentas y descargas eléctricas lo que es usual en el clima donde se desarrolla el proyecto. También se descarta el uso de fibra óptica dado que su implementación y tendido implica un costo demasiado caro pese a que es la mejor opción en cuanto a velocidad y manejo de pérdidas, etc. resulta siendo demasiado cara para el

proyecto a implementar que busca ahorro de costos. Entre las redes de VHF y los radio enlaces IP, se escoge la segunda alternativa dado que básicamente por el hecho de que en los radio enlaces IP se pueden transportar tanto voz como datos además que pueden cursar un gran tráfico y esta es una característica muy importante y diferenciadora ya que en radio enlaces VHF solo se puede transportar o bien voz o datos; además, los radio enlaces IP son muy fáciles de implementar y no demandan un gran costo en cuanto equipos y despliegue de los mismos; por lo tanto, se usara un radio enlace IP para comunicar el centros de salud de Samán que será el centro emisor hacia el hospital Carlos Monge Medrano.

2.2. MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1. TELEMEDICINA: Es la prestación de servicios médicos a distancia. Para su implantación se emplean tecnologías de la información y las comunicaciones. La telemedicina puede ser tan simple como dos profesionales de la salud discutiendo un caso por teléfono, hasta la utilización de avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos o cirugías a distancia y en tiempo real. Y como servicio, puede beneficiar a todos los pacientes de un sistema sanitario, pero sobre todo a las personas mayores y los pacientes crónicos. (Cabo Salvador, 2016)

2.2.2. RADIO ENLACE IP: El Radio Enlace IP está compuesto por un enlace IP Punto a Punto que opera en banda 5,4 GHz, con las antenas adecuadas para cubrir la distancia de operación y un determinado número de codificadores de audio y vídeo en función de las necesidades de transporte de señal que necesite el cliente, pudiéndose elegir entre codificadores de audio, vídeo SD, HD solos o agrupados. (M. & Lee, 2006)

2.2.3. RED ALÁMBRICA: Una red alámbrica de computadoras es un conjunto de equipos conectados por medio de cables, los cuales sirven para el transporte de datos, compartiendo información, recursos y servicios. (José Bordoigne, 2003)

2.2.4. RED INALÁMBRICA: Una de sus principales ventajas es notable en los costos, ya que se elimina el cableado Ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos. (José Bordoigne, 2003)

2.2.5. ANTENA: Un dispositivo de radiación o receptor de energía de radiofrecuencia (RF). (Armando García, 2010)

2.2.6. GANANCIA DE ANTENA: El incremento en la potencia transmitida o recibida por una antena direccional cuando es comparado con una antena standard, la cual es usualmente una antena isotrópica ideal. La ganancia es una relación de potencias y podría ser expresado en decibeles (dB) o como un número adimensional. (Armando García, 2010)

2.2.7. ATENUACIÓN: En telecomunicación, se denomina atenuación de una señal, sea esta acústica, eléctrica u óptica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión. (Armando García, 2010)

2.2.8. ZONA FRESNEL: Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda -electromagnética, acústica, etc.- y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°. (Armando García, 2010)

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.3.1. Hipótesis General

Al diseñar una red de Telemedicina utilizando tecnología WI-FI 802.11n para el monitoreo de pacientes en el Centro de Salud Samán- Puno, se podrá mejorar el sistema de atención de salud a los pacientes.

2.3.2. Hipótesis Específicos

- Se puede diseñar una red inalámbrica para enlazar el Centro de Salud Samán con el Hospital Carlos Monge Medrano para el monitoreo de los pacientes.
- Es posible mejorar el sistema de atención y monitoreo de los pacientes a través del uso del servicio de videoconferencia utilizado en la Telemedicina

CAPITULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación, corresponde a la modalidad de investigación básica y tiene un enfoque descriptivo, porque describe las características de la red de telemedicina y las bondades de la tecnología Wi-Fi 802.11n, con el que se pretende solucionar el problema que tiene el centro de salud samán. (Rivero, 2008)

3.2. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION

3.2.1. Población de la investigación.

Según el último censo de la población y vivienda del año 2007, el distrito de Samán cuenta con una población total de 14,314 habitantes y una densidad de 75.9 personas Km² Siendo la población urbana de 1.8% y la zona rural 98.2 %. (INEI, 2007)

3.2.1. Muestra de la investigación.

El tipo y tamaño de la muestra utilizado para el presente trabajo de investigación es del tipo no probabilístico, se utiliza los datos realizados por el centro de salud samán. (Rivero, 2008)

Tabla 3. 1: Población por etapas de vida del centro de salud samán.

GRUPO ETAREO	COMPOSICIÓN	N°	%	TOTAL
NIÑO	R.N. 0-28 días	7	0.14	1007
	> 28 días	100	1.99	
	Menor de 1 año			
	De 1 año	98	1.95	
	De 2 a 4 años	291	5.79	
	De 5 a 9 años	518	10.31	
ADOLESCENTE	De 10 a 14 años	555	11.05	1089
	De 15 a 19 años	534	10.63	
ADULTO	De 20 a 44 años	1859	37.01	2591
	De 45 a 64 años	732	14.57	
ADULTO MAYOR	De 65 a más años	336	6.69	336
TOTAL		5023	100.00	5023
MUJER	MEF	1560	28.24	1560
	GESTANTES	130	2.35	130

Fuente: Centro de salud Samán.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la ejecución del presente estudio de investigación se utilizó la siguiente técnica e instrumentos.

Observación directa. Recopilación basada en la constatación o versión de la investigación, por lo que se ha efectuado las visita al centro de salud samán para observar la realidad en el aspecto tecnológico. (Rivero, 2008)

Análisis documental. Se realizó la revisión documental y análisis de trabajo de investigación anteriormente efectuados en relación al presente, así como también revisión de literaturas bibliográficas. (Rivero, 2008)

Tabla 3. 2: Técnicas e instrumentos de información.

TECNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Análisis documental • Simulación del sistema de red y monitoreo 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de notas • Guía de análisis para el procesamiento de datos • Software Radio Mobile, para el diseño del sistema de enlace IP

Elaboración: Propia

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Una vez cumplida la recolección de información de la investigación, se procedió al análisis de los datos obtenidos, lo que sirvió como un punto de referencia para el tema propuesto. (Rivero, 2008)

El procedimiento de la información recolectada siguió el siguiente proceso:

- Revisión de la información recolectada.
- Repetición de la recolección de la información en ciertos casos individuales.
- Manejo de información.
- Obtención de datos de la página MINSA, INEI 2007
- Informes técnicos, revistas, tesis y folletos.

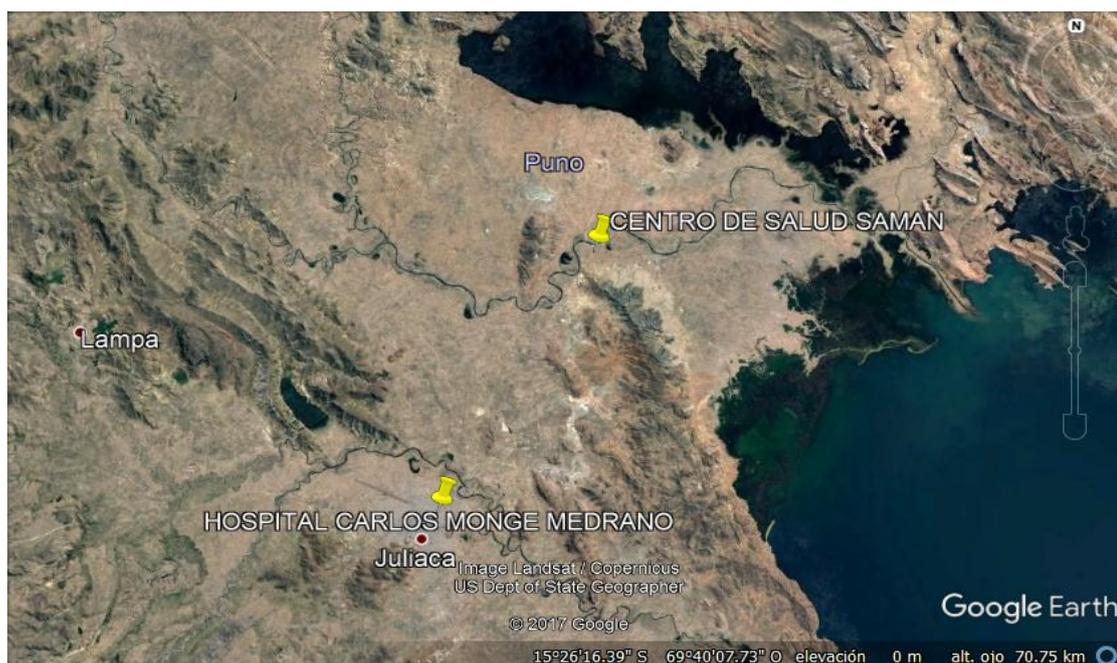
3.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.

3.5.1. Diseño del radio enlace IP

3.5.1.1. Puntos de referencia

En este proyecto, se procede a poder comunicar el Centro de Salud de Samán con el Hospital Carlos Monge Medrano de la ciudad de Juliaca, para tal fin se realiza un radio enlace IP. Se ubica los dos puntos donde se realizó el radio enlace, el centro de Salud de Samán y el hospital Carlos Monge Medrano, para este fin se usa la herramienta Google Earth para ubicar exactamente la localización de ambos lugares y su respectiva latitud y longitud, donde constan las coordenadas de los establecimientos de salud.

Figura N° 3. 1: Ubicación geográfica de los puntos de referencia.



Fuente: Google Earth (2017)

A partir de la ubicación de estos dos lugares se hace una tabla donde se especifica la latitud y longitud de los establecimientos de salud.

Tabla 3. 3: Puntos de referencia con sus latitudes y longitudes.

LUGAR	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	COORDENADAS		ALTURA(m.s.n.m.)
		LATITUD	LONGITUD	
Juliaca	Hospital Carlos Monge Medrano	15°28'54.21"S	70° 7'12.30"O	3832.3
Samán	Centro de Salud Samán	15°17'43.82"S	70° 1'15.89"O	3829

Elaboración: propia.

3.5.1.2. Simulación en Radio Mobile

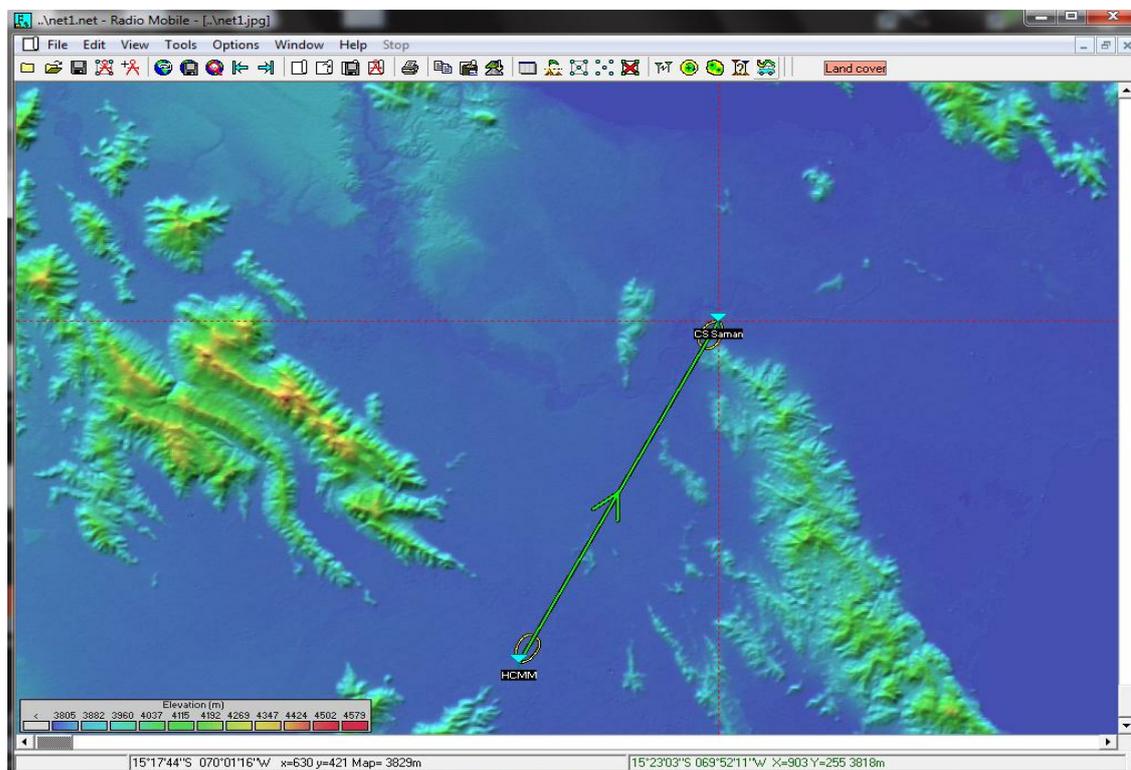
Este programa está diseñado para el análisis de redes de microondas, donde se obtiene aproximadamente, los niveles de potencia recibida y los puntos de reflexión de cada enlace, de igual forma permiten trazar las trayectorias para los enlaces, ya sea punto a punto o multipunto.

Radio Mobile es de uso libre y comúnmente usado para realizar simulaciones del área de cobertura de un sistema de radio frecuencia, utilizando mapas digitales que especifican las curvas de nivel del terreno. Para realizar la simulación mediante este programa primero se configuraron valores como la potencia del transmisor, frecuencia de operación, sensibilidad del receptor, ganancias y tipo de antenas. Seguidamente, se establecieron los valores aproximados de los parámetros de las atenuaciones en el sistema como son los alimentadores y el tipo de terreno.

El radio enlace diseñado para trabajar en la banda de 5 GHz, la cual está destinada a aplicaciones ICM (Industriales, Científicas y Médicas). Usualmente, es libre de 5.2 GHz a 5.8 GHz (según el país) y permite desarrollar radio enlaces con buen alcance a bajo costo. Se descarta la frecuencia de 2.4 GHz porque actualmente está muy saturada debido a que muchos dispositivos móviles (Celulares, Tablets, Smartphones, etc.) operan sobre ella a través de las redes WiFi

Para la simulación se usa los dispositivos de Ubiquiti, el modelo Rocket M5 con una potencia de 500 mW (27 dBm) y una antena parábola Rocket Dish de ganancia 30 dbi.

Figura N° 3. 2: Ubicación de los nodos de radio enlace IP en Radio Mobile.



Fuente: Diseño en el Software Radio Mobile.

La simulación completa con los equipos elegidos anteriormente para el sistema de enlace. Ver anexo N°1

Las especificaciones técnicas del equipo mencionado tanto del dispositivo y de la antena. Ver en el anexo N° 2

3.5.1.3. Equipamiento elegido para red de Telemedicina

Los equipos utilizados, deberán cumplir lo que establece la ley (DECRETO SUPREMO N° 038-2003-MTC), en cuanto a los límites máximos permisibles de

radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones. Con su modificatoria el D.S. N° 038-2006-MTC. El sistema que se ha elegido para realizar el radio enlace IP será el proporcionado por:

Rocket M5

Rocket M5 802.11a/n High Power AirMax MIMO TDMA de Ubiquiti, es un sistema robusto, potente y estable, con tecnología MIMO 2x2 que ofrece un gran rendimiento en la recepción. (Ubiquiti Networks, 2017).

Se caracteriza por su increíble alcance (+50km) y rendimiento (+150Mbps real TCP/IP). El equipo está específicamente diseñado para realizar enlaces Punto a Punto en exterior y trabajar como Estación Base AirMax Punto a Multipunto. Se recomienda en enlaces punto-a-punto y multipunto. Uso exterior. Tiene dos conectores R-SMA para antena (no tiene antena integrada). Puerto Ethernet 10/100Mbps. Incluye PoE.

Aplicaciones

- Alta potencia de 2 x 2 MIMO, resistente al aire libre.
- Se puede integrar antenas para aumentar la distancia.
- Viene con PoE para facilitar la instalación.
- Buen rango de performance.
- Puente y aplicaciones de estación base.
- (ISP inalámbrico).
- Sistemas WiFi.

Figura N° 3. 3: Equipo estación base Rocket M5.



Fuente: Ubiquiti Networks

Antena Ubiquiti Rocket Dish

Las Rocket Dish 30dBi 5Ghz 2x2 MiMo exterior son antenas carrier class que fueron diseñadas para ser utilizadas junto a los equipos Rocket M y Rocket Dish 30dBi. La perfecta combinación del Rocket M sumado a un Rocket Dish crea un potente puente MiMo PtP con tasas de transferencia de hasta 150Mbps agregados en 20Kms.

Al ser MiMo 2x2, permite la integración con aplicaciones AirMAX (TDMA) que le permiten a cada cliente enviar y recibir información en espacios de tiempo pre formateados por un AP inteligente. Este espacio de tiempo elimina las colisiones entre nodos y maximiza la eficiencia del uso del espectro inalámbrico, mejorando notablemente la latencia, ancho de banda y escalabilidad comparado con cualquier otro sistema en su clase. Airmax le permite dar QoS inteligente para priorizar el tráfico de voz y video, permiten alta capacidad y escalabilidad, enlaces de largas distancias hasta 50Kms, muy bajas latencias. (Ubiquiti Networks, 2017)

Aplicaciones

- Alta potencia de 2 x 2 MIMO, resistente al aire libre.
- Se puede integrar antenas para aumentar la distancia.
- Viene con PoE para facilitar la instalación.
- Buen rango de performance.
- Puente y aplicaciones de estación base.
- (ISP inalámbrico).
- Sistemas WiFi.

Figura N° 3. 4: Equipo antena Rocket Dish.



Fuente: Ubiquiti Networks.

3.5.2. Diseño de la red VoIP

3.5.2.1. Equipos de red VoIP

Los equipos necesarios para hacer una red VoIP es necesario equipos terminales, servidores (para registro o IP-PBX), un Gateway de voz para conmutar la red Telefónica Publica o PSTN y los equipos de networking para poder transmitir voz y datos entre el centro de salud de Samán y el Hospital carlós Monge Medrano. (Fernández Zarpán, 2008)

Servidor: Su función principal es implementar la señalización de llamadas. Básicamente, se debe tener un dispositivo que soporte un buen procesamiento de llamadas y poder conectarse a la red de datos. El parámetro más importante para la elección del hardware es el número máximos de llamadas que se pueden dar al mismo tiempo. A parte de ello se deberán tener en cuenta los siguientes parámetros para elegir el servidor:

El porcentaje de procesamiento que se requiere para codificar/decodificar la señal de voz.

- Complejidad para la marcación.
- Los procesos adicionales que se ejecuten.

En cuanto a la parte de software, se deben definir dos parámetros importantes como son el sistema operativo bajo el cual trabajara el servidor IP y el software IP/PBX.

La función principal del sistema operativo es levantar interfaces y archivos de sistema necesarios para operar correctamente el software de comunicaciones y otros programas que se instalaran en el servidor como Web Servers, FTP servers, etc. Se debe optar por un sistema operativo como Linux dado que es libre y que posee menos riesgos de seguridad que Windows y se le puede instalar software libre y trabajara eficientemente.

El software IP/PBX es el elemento principal del sistema ya que se encarga de realizar la comunicación extremo a extremo y ofrecer todas las funciones que realizaría una centralita telefónica tradicional. Sobre este software se configura el plan de marcación y si se desea algunos otros servicios. Dentro del software libre más destacado se encuentran Asterisk o Elastik que es una centralita software (PBX). Dentro del paquete básico de Asterisk, se encuentran características como creación de extensiones, envío de mensajes de voz, llamadas en conferencia, menú de voz interactiva y distribución automática de llamadas. Adicionalmente, también se pueden crear nuevas funcionalidades mediante el lenguaje de Asterisk, módulos escritos en C o en otros lenguajes. Dado que el software con licencia resulta siendo más caro; entonces, se debe optar por un servidor que trabaje con Asterisk o Elastik. (Fernández Zarpán, 2008)

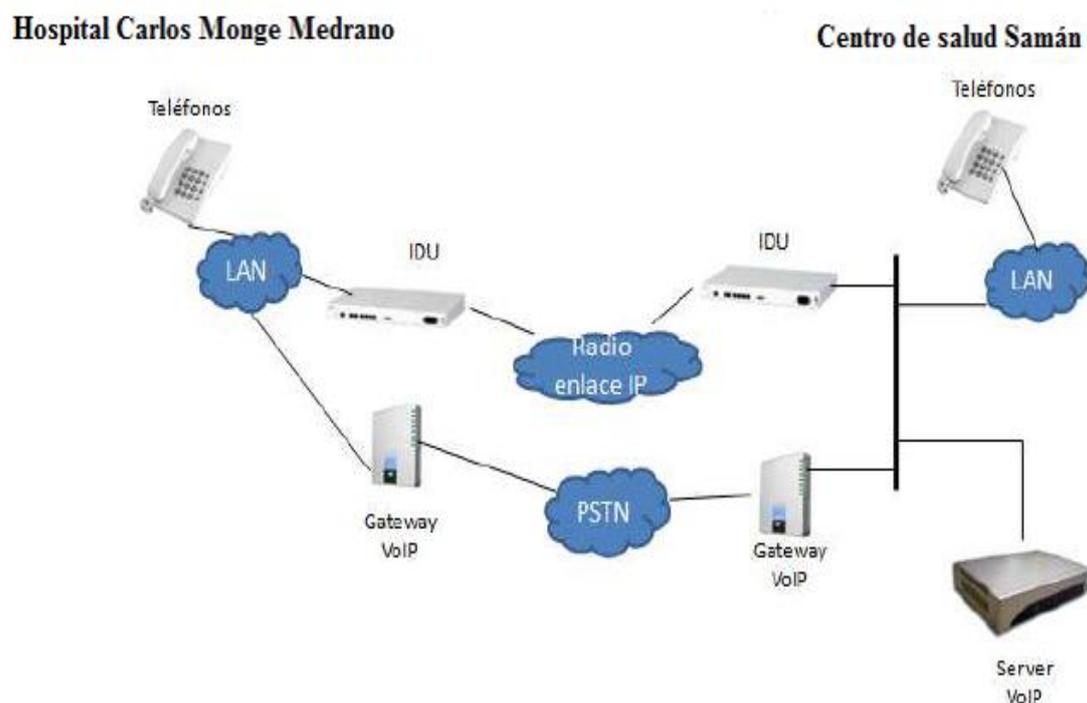
Gateway de voz: Dispositivo que se encarga de realizar la conmutación hacia la red telefónica pública. Si en caso se necesitaría realizar una llamada hacia un abonado externo de la red PSTN, el servidor VoIP se encargará de realizar la llamada hacia el Gateway, que realizara la conmutación con la PSTN y viceversa si es que se diera el caso. El Gateway que debe elegirse debe tener entradas analógicas (línea FXO) que serán utilizadas de salida hacia la PSTN. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el códec elegido para que se pueda realizar adecuadamente la decodificación de paquetes de voz y que sean convertidos en señales analógicas.

Dispositivos terminales: Se usan hardphones que son teléfonos VoIP con un conector RJ45 para ser conectados directamente hacia la red de datos, se usan varios teléfonos en el centro de salud Samán que estarán repartidos varias áreas.

3.5.2.2. Diagrama de la red VoIP

Una vez definidos los equipos y diseñada la red del radio enlace IP en el punto anterior; entonces, el diagrama de la red VoIP es el siguiente: (Fernández Zarpán, 2008)

Figura N° 3. 5: Diagrama de red VoIP.



Elaboración: Propia

3.5.2.3. Equipo elegido para el Sistema red VoIP

En cada unidad operativa se contará con equipos adicionales que permitan la transmisión de voz basada en el protocolo de internet, que permitirá llevar a cabo comunicaciones telefónicas entre unidades operativas, con el fin de brindar soporte médico. El objetivo de utilizar este tipo de tecnología para la transmisión de voz, es reducir los costos de contratación en líneas telefónicas locales convencionales.

Para Gateway de Voz Se escogerá el **Patton Smartnode 4520** dado que cuenta con un buen sistema de seguridad de datos, así como cuenta con el códec a usarse y cuenta con VAD que nos servirá para ahorrar ancho de banda tal cual fue especificado

anteriormente; adicionalmente, una de sus grandes características es que puede funcionar como Router y funcionaria como Router para gestión de ancho de banda y esto ayuda al retardo que en el caso de transmisión de voz en tiempo real es un tiempo crítico. Ver anexo N° 3

Para el teléfono VoIP elegido es el **GrandStream GXP-2000** dado que cuenta con VAD y además cuenta con PoE lo cual ayudara a mejorar el desempeño ya que se evitará energizar el equipo mediante toma eléctrica y se evitara tener problema durante posibles fallas eléctricas que se presenten en el establecimiento donde son instaladas. Ver anexo N° 3

3.5.3. Diseño de la red de videoconferencia IP

El sistema de video conferencia sirven para comunicar dos o más personas de forma remota y así estas puedan tener una comunicación más directa ya que se pueden ver mientras están conversando; a la misma vez, algunos sistemas permiten intercambio imágenes, datos o archivos que pueden ser útiles sobre todo en servicios como telemedicina. Se puede intercambiar información como la siguiente:

- Presentaciones PowerPoint.
- Pizarra electrónica.
- Proyector de documentos.

Las videoconferencias IP en nuestros días ofrecen una solución más adecuada y barata para prestar servicios de calidad con un buen audio e imagen que es muy útil para sistemas modernos de telemedicina que serán de gran ayuda para los médicos que usaran dicha tecnología. (Cabo Salvador, 2016)

Las videoconferencias se dividen de acuerdo a la tecnología que usan, para el caso de tecnología IP, se usa el estándar H.323. Dicho protocolo establece una base para comunicaciones tanto de audio, video y datos a través de una red IP. Los dispositivos que trabajan bajo el estándar puede operar junto con dispositivos de otros estándares y así no exista problemas de falta de compatibilidad. Esta recomendación cubre los requerimientos técnicos para servicios de comunicaciones entre redes basadas en paquetes (PBN) que pueden proporcionar calidad de servicio (QoS). Dichas redes de paquetes pueden incluir redes LAN, WAN, Intranets o incluso Internet. Adicionalmente, puede incluir conexiones telefónicas o punto a punto sobre la red telefónica conmutada o ISDN que usan debajo un transporte basados en paquetes.

La recomendación para un sistema H.323 incluye los siguientes componentes:

Terminales, Gateways, Gatekeepers, Controladores Multipunto

(MC), Procesadores Multipunto (MP) y Unidades de Control Multipunto (MCU).

Sin embargo, para sistemas de teleconferencias punto a punto, se puede utilizar básicamente terminales simples que mediante ciertas configuraciones no tan complejas pueda realizar adecuadamente la videoconferencia IP sin problemas y con una muy alta calidad.

En la red de telemedicina se usarían dos terminales simples en cada nodo de la red para que se puedan conectar directamente a la red de datos y de esta manera se pueda transmitir imagen, voz y datos a través del radio enlace IP. El sistema a implementarse resultaría de la siguiente manera: (Cabo Salvador, 2016)

Figura N° 3. 6: Diagrama de red videoconferencia IP.

Elaboración: Propia.

3.5.3.1. Equipo elegido para el sistema de videoconferencia

Este servicio permite la comunicación directa médico paciente para tele consulta, tele diagnóstico y tele monitorización, médico a médico para compartir análisis, opiniones y prescripciones. Además, los especialistas consultantes pueden beneficiarse con actividades de superación profesional como teleconferencias y cursos virtuales.

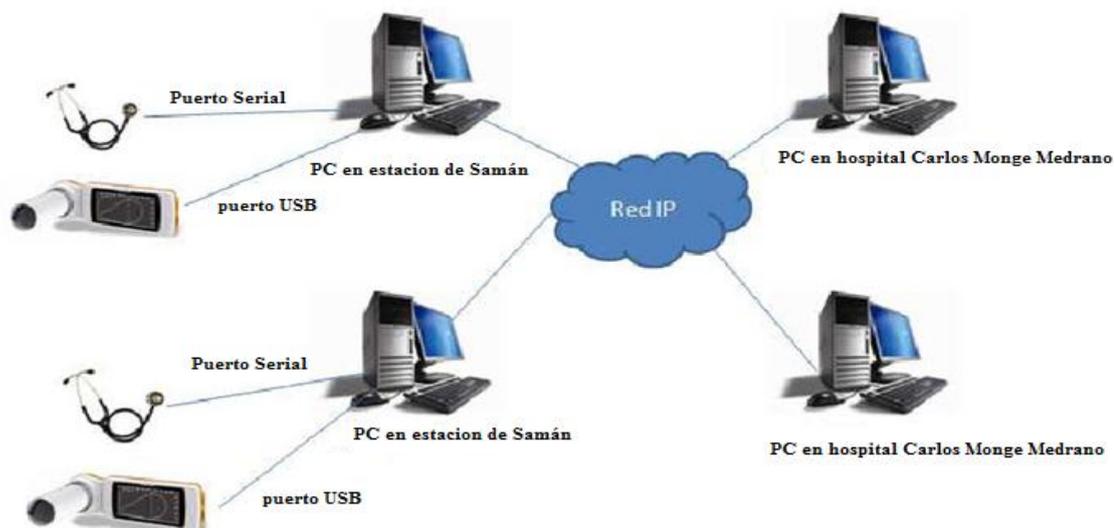
Por lo tanto, usaremos los equipos de videoconferencia el **PCS-TL30** que es un sistema de videoconferencias “todo-en-uno” que, en un chasis compacto y elegante, incorpora una cámara, un LCD WXGA panorámico de 17,1”, parlantes y un micrófono. Es más, su pantalla puede usarse también como monitor de PC. La interfaz Ethernet incorporada, permite configurar el PCS-TL30 tan pronto se conecta a una red LAN y se hacen algunos ajustes en su menú intuitivo de configuración. El PCS-TL30 permite la transferencia de datos a velocidad de hasta 2 Mb/s por redes IP (H.323) para obtener videoconferencias de alta calidad. Ver anexo N° 4

3.5.4. Red para dispositivos de Telemedicina

El sistema está basado en una estación de telemedicina realizada en otro país de Sudamérica. Básicamente, se contará con dos equipos espirómetros para medir el rendimiento de los pulmones, así como poder detectar que tan avanzado o complicado se encuentra alguna enfermedad relacionada las vías respiratorias. Para la interconexión con la red de telemedicina, se tiene que tomar en cuenta que ambos elementos estarán conectados a la computadora del doctor desde donde se enviarán los datos al establecimiento de salud y donde se recibirá los datos para que sean analizados por el médico especialista y se pueda brindar un diagnóstico más acertado o un tratamiento más efectivo si la enfermedad fue detectado con anterioridad. (Canto, 2000)

El diagrama para estos equipos y su conexión a la red se dará de la siguiente manera:

Figura N° 3. 7: Diagrama de red de dispositivos de telemedicina.



Elaboración: Propia.

3.5.4.1. Equipo elegido para el sistema de telemedicina

Los Espirómetros que los elementos más utilizados actualmente en la telemedicina para atender problemas de infecciones respiratorias agudas, estos equipos evalúan el rendimiento de los pulmones, así como otros elementos pertenecientes a las vías respiratorias, este equipo te dará un resultado acertado sobre los defectos que se tiene y dichos resultados podrán ser enviados a través de la red de telemedicina.

Se usaron el equipo **Spirodoc** dado que es el equipo más completo, que cuenta con la mayor cantidad de funcionalidades, óptima para la red en la cual se trataran en mayor cantidad enfermedades relacionadas a las vías respiratorias y no será dependiente de una computadora para poder obtener rendimiento de vías respiratorias. Ver anexo N° 5

3.5.5. Red LAN dentro del centro de salud de Samán

En el caso de la LAN dentro del centro de salud se establecerá teniendo en cuenta los dispositivos que estarán conectados a la red y dependiendo de su ubicación de las mismas dentro del telecentro. En este caso, se contara con los siguientes elementos para formar el LAN dentro del centro de salud: (Maldonado Sifuentes, 2012)

Router: Dispositivo de capa 3 que sirve para interconectar la red de radio enlace IP con la red local LAN y sus VLANs internas. En el caso de la red no se necesitará un Router con características muy complejas solamente que brinde una buena distribución a los diversos elementos con los que contamos en la red y deberá soportar las siguientes

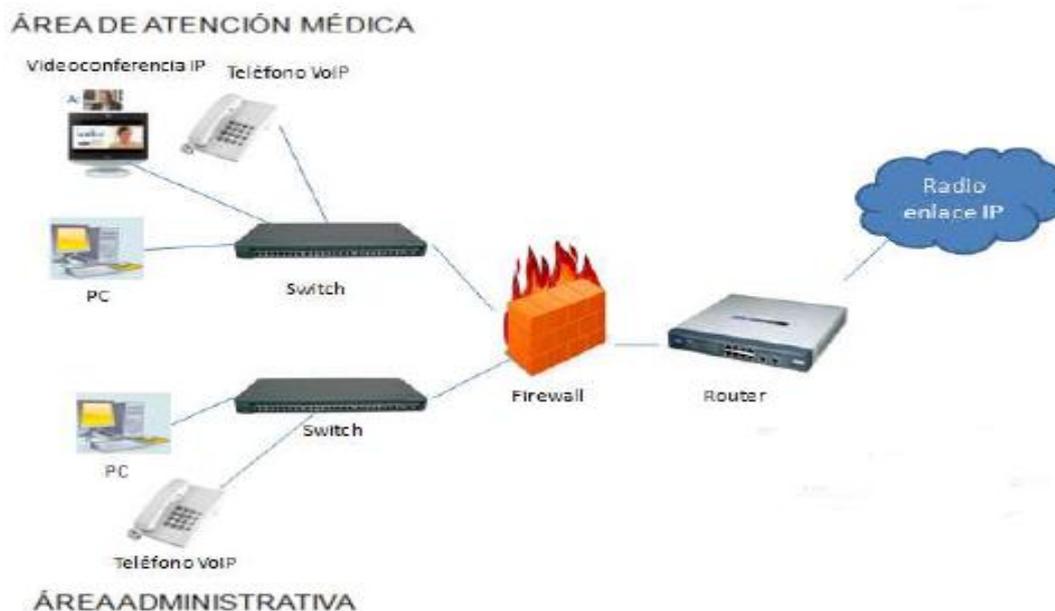
Características:

- Dos puertos Ethernet 10/100/1000 Base T.
- Servicios integrados de voz y seguridad.
- Soporte de VoIP y videoconferencia.

Firewall: Es un cortafuego de la red que brindara un mayor grado de seguridad a la red en cuanto a ataques externos provenientes de internet. Se desea bloquear contenido amenazante para brindar protección contra contenido además que establece altas políticas de seguridad. Dados los elementos mencionados anteriormente tanto para la red LAN como para las diversas redes a instalarse en el establecimiento de salud, el diagrama de red LAN quedara de la siguiente manera: (Maldonado Sifuentes, 2012)

Diagrama de red LAN

Figura N° 3. 8: Diagrama de red LAN dentro del centro de salud de Samán.



Elaboración: Propia.

3.5.5.1. Plan de direccionamiento IP dentro del Centro de Salud Samán.

En esta parte del diseño, es preciso también establecer el plan de direccionamiento IP dentro del centro de salud Samán para saber exactamente que IP se le proporcionará a cada equipo y como estos serán conectados a la red. La división de subredes se realizara de manera simple tomando en cuenta los elementos que pertenecen a diferentes subredes para posteriormente que estén sean conectadas a la red y se usaran direcciones IP privadas de clase C para hacer su respectiva distribución. (Maldonado Sifuentes, 2012)

Tabla 3. 4: Plan de direccionamiento IP para centro de salud samán.

#	Descripción	Nro. de hosts	Subred	Mascara subred	de	Direcciones IP de Hosts
1	Teléfonos - área de atención medica	2	192.168.1.0	255.255.255.224		192.168.1.2- 192.168.1.3
2	Videoconferencia - área de atención medica	2	192.168.1.32	255.255.255.224		192.168.1.34- 192.168.1.35
3	Computadoras- área de atención medica	2	192.168.1.64	255.255.255.224		192.168.1.66- 192.168.1.67
4	Teléfonos - área administrativa	4	192.168.1.96	255.255.255.224		192.168.1.98- 192.168.1.101
5	Computadoras - área administrativa	6	192.168.1.128	255.255.255.224		192.168.1.130- 192.168.1.135

Elaboración: Propia.

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados de radio enlace IP

En cada uno de los perfiles estudiados mediante el software, se obtuvo los siguientes resultados para la banda no licenciada de 5,8 GHz.

Para la simulación se usa los dispositivos de Ubiquiti, el modelo Rocket M5 con una potencia de 500 mW (27 dBm) y una antena parábola Rocket Dish de ganancia 30 dbi.

CARACTERISTICAS DEL ENLACE:

Frecuencia	: 5.8 GHz
Longitud de enlace	: 23.26 Km

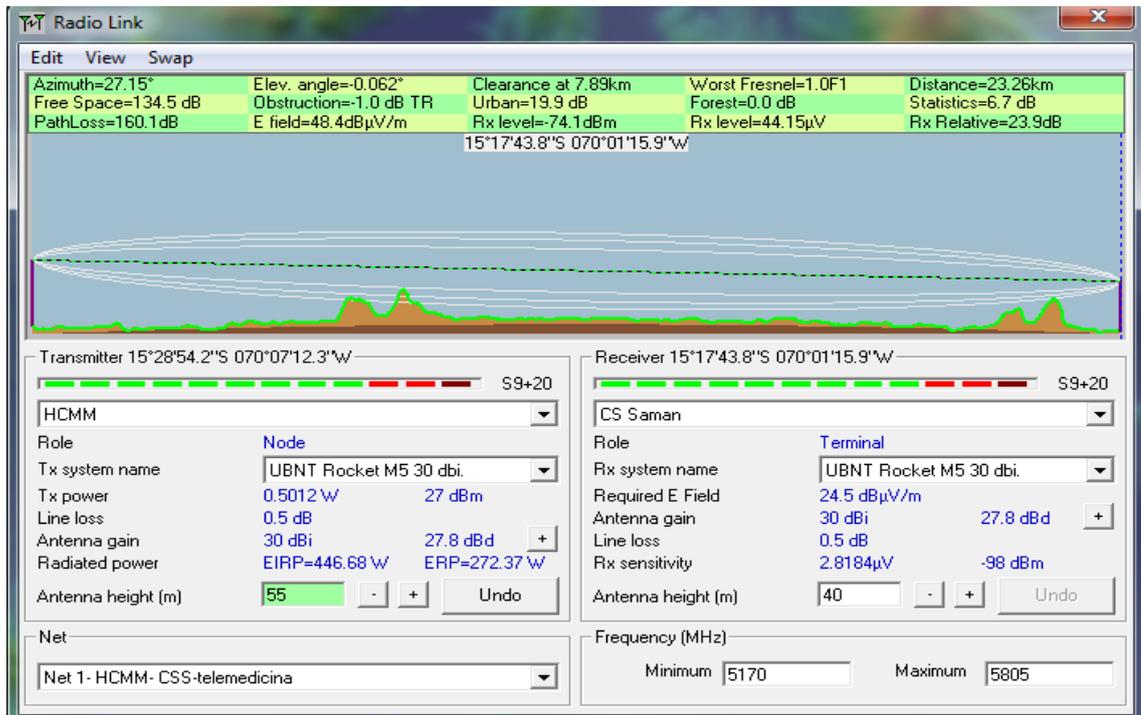
TRANSMISOR:

Ganancia de la antena	: 30 dBi
Potencia de transmisión	: 27 dBm
Perdidas de línea	: 0.5 dB

RECEPTOR:

Ganancia de la antena	: 30 dBi
Sensibilidad en el receptor	: -98 dBm
Perdidas de línea	: 0.5 dB

Figura N° 4. 1: Enlace del Hospital Carlos Monge Medrano – C.S. Samán.



Fuente: Diseño en el Software Radio Mobile.

Como se aprecia claramente en el software radio Mobile, el radioenlace es óptimo entre ambos puntos y no se necesitará ningún tipo de repetidores ya que hay línea de vista entre ambos lugares y cumple con todos los requisitos que se enunciaron en la parte de especificaciones técnicas. Uno de los valores más importantes es el Nivel RX en dBm, cuanto menor sea mejor calidad tendrá el enlace, lo ideal es que se encuentre entre -40 y -80 dBm, Mediante este software se analiza que las ganancias y pérdidas que se tiene para el radio enlace no impedirán una adecuada comunicación entre los nodos.

4.1.2. Cálculo matemático del radio enlace

CALCULO DE LA PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE

además, tener en cuenta que el sistema tiene como nodo principal el Centro de Salud del Samán y tiene como lugar remoto al hospital Carlos Monge Medrano que es donde se pondrá un ambiente especial dese donde los especialistas se comunicarán con el médico principal y enfermeros de dicho establecimiento de salud.

En el caso del radio enlace, se aplican las formulas mencionadas anteriormente con los parámetros reales del radio enlace:

La pérdida en el espacio libre se puede calcular así:

$$FSL \text{ (dB)} = 32.44 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log D \text{ (Km)} \quad \text{Ec. 4.1}$$

Dónde:

FSL : Perdida en el espacio libre

F : frecuencia de la señal emitida

D : longitud del enlace

$f = 5.8 \text{ GHz}$ y $d = 23.26 \text{ Km}$

$$FSL = 32.44 + 20 \log 5800 + 20 \log 23.26$$

$$FSL = 32.44 + 75.27 + 27.33$$

$$FSL = 135.04 \text{ dB}$$

CALCULO DE LA POTENCIA RECIBIDA EN EL RECEPTOR:

$$PRx = PTx - LTx + GTx - FSL + GRx - LRx \quad \text{Ec. 4.2}$$

Dónde:

PRx : Potencia recibida en el receptor (dBm)

PTx : Potencia del transmisor (dBm)

LTx : Perdida en los cables y conectores del transmisor (dB)

GTx : Ganancia de la antena en el transmisor (dBi)

FSL : Perdida en el espacio libre (dB)

GRx : Ganancia en la antena en recepcion(dBi)

LRx : Perdida en los cables y conectores en el receptor (dB)

A continuación, procedemos a calcular:

$$PTX = 27 \text{ dBm},$$

$$LTX \text{ y } LRX = 4 \text{ dB (Atenuación considerada como estándar)}$$

$$FSL = 135.04 \text{ dB}$$

$$GTX = 30 \text{ dBi}$$

$$GRX = 30 \text{ dBi}$$

$$PRX = 27 + 30 + 30 - 4 - 135.04$$

$$PRX = -52.04 \text{ dBm}$$

CALCULO DEL MARGEN DE DESVANECIMIENTO

$$SRx = -98 \text{ dBm} \quad \text{sensibilidad en el receptor}$$

Y el margen de desvanecimiento se obtiene de la siguiente expresión:

$$Md = PRx - SRx \quad \text{Ec. 4.3}$$

$$Md = -52.04 \text{ dBm} - (-98 \text{ dBm})$$

$$Md = 45.96 \text{ dBm}$$

CALCULO DE LA ZONA DE FRESNEL

El radio máximo de la primera zona de Fresnel se halla por medio de la siguiente formula:

$$r = 17.32 \sqrt{(d1 * d2)/(d * f)} \tag{Ec. 4.4}$$

- Dónde:
- r : radio de la primera zona de fresnel (m)
 - d1 : distancia de la antena 1 al obstáculo (km)
 - d2 : distancia de la antena 2 al obstáculo (km)
 - D : distancia entre las dos antenas (km)
 - F : frecuencia de transmisión de las antenas (GHz)

A continuación, procedemos a calcular:

$$r = 17.32 \sqrt{(7.89 * 15.37)/(23.26 * 5.8)}$$

$$r = 17.32 \sqrt{(121.2693)/(134.908)}$$

$$r = 17.32 \sqrt{(0.8989036973)}$$

$$r = 16.421m$$

RESUMEN DE CÁLCULO DE ENLACES

Tabla 4. 1: Calculo de los enlaces 5.8 GHz.

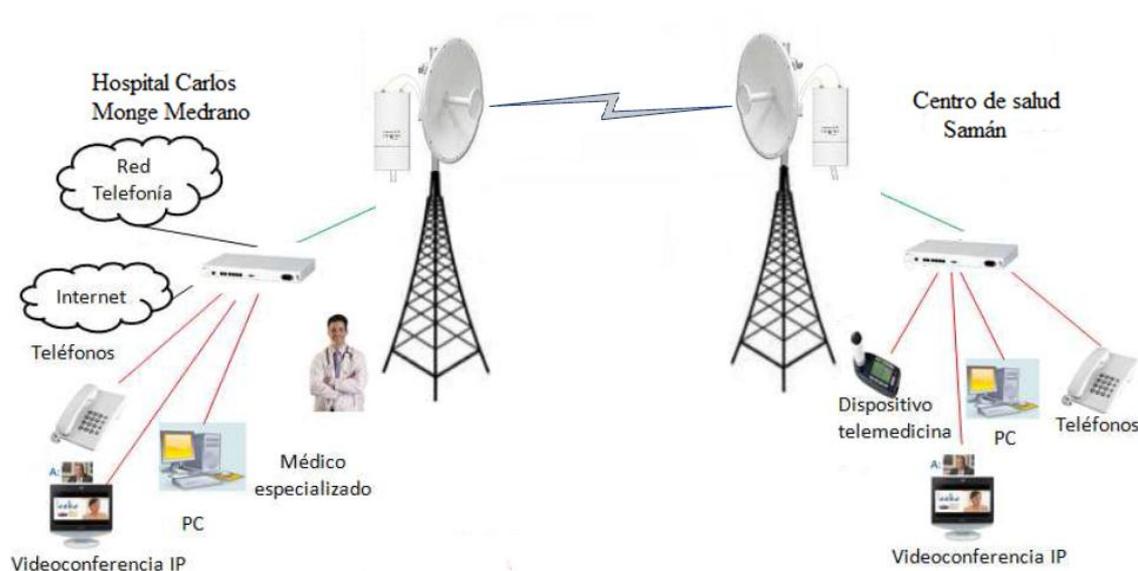
Enlace	Distancia (km)	P.E.L.	P.R.R.	M.Desv.	Z.F.
		FSL(dB)	PRx(dBm)	Md(dBm)	r (m)
RED Hospital CMM - CS SAMAN	23.26	135.04	-52.04	45.96	16.421

Elaboración: propia.

4.1.3. Estructura general del proyecto.

Con estos datos se realiza el diseño de red inalámbrica para que a partir de ahí se trabaje de una manera óptima, con un sistema de radio enlace sobre IP que se apreciara de la siguiente manera.

Figura N° 4. 2: Esquema general de red de telemedicina.



Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, es implementar no sólo la información del dispositivo de telemedicina sino también se busca brindar internet para las computadoras, así como telefonía para que se pueda dar una mejor comunicación entre partes y dado que la red se comunicará con este hospital que cuenta con mejor tecnología gracias a que se encuentra en un centro urbano se puede aprovechar mejor la calidad de servicio de telecomunicaciones que se tiene y tratar de trasladarla al distrito de Samán.

4.1.4. Cálculo del ancho de banda para la red de Telemedicina

En esta sección, se hace el cálculo del ancho de banda a transmitir que se utiliza en la red de telemedicina entre el Centro de salud Samán y el hospital Carlos Monge Medrano de la ciudad de Juliaca.

4.1.4.1. Ancho de banda para teléfonos VoIP

En total se tiene 6 abonados para los teléfonos VoIP, 2 será de la parte de telemedicina y 4 será asignados para la parte administrativa, se hace un aproximado de minutos por mes para poder hacer el cálculo apropiado de Erlangs. Se asume que se comunicarán para la red de telemedicina alrededor de 1800 minutos durante el mes alrededor de 90 minutos diarios. Por otro lado, se asume que la parte administrativa se comunicará alrededor de 800 minutos durante el mes, alrededor de 40 minutos diarios. (Fernández Zarpán, 2008)

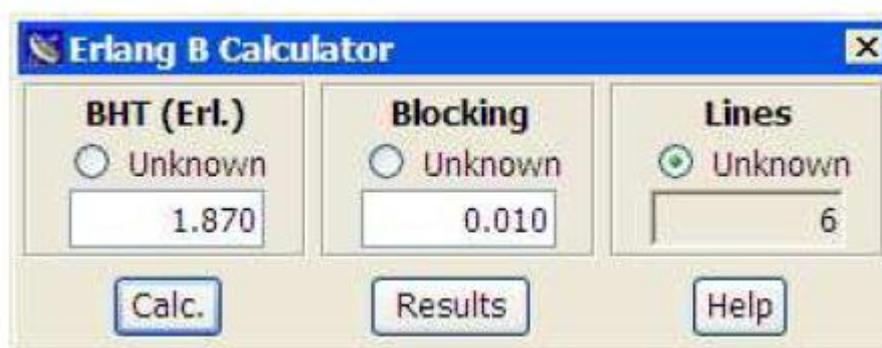
- Parte de telemedicina = $1800 \times 2 = 3600$ minutos / mes
- Parte administrativa = $800 \times 4 = 3200$ minutos / mes
- Total, de minutos x mes = 6800 minutos / mes
- Minutos por día = $6800 / 20 = 340$
- Minutos por día (8 horas de día laborable) = $340 + 10\% = 374$

A continuación, se asume que durante la hora más cargada se usa alrededor del 30% del sistema, es decir, el factor de hora cargada. A continuación, se procede a hallar los Erlangs.

$$\text{Erlangs} = (\text{Minutos por día}) \times (\text{Factor de hora ocupada}) / 60 = 1.87 \text{ Erlangs}$$

Ahora usando la calculadora de Erlang B, y asumiendo que por defecto salvo que se indique lo contrario se asume que la probabilidad de pérdida de llamada es de 1%, se halla cuántas líneas serán necesarias. (Fernández Zarpán, 2008)

Figura N° 4. 3: Calculadora de las líneas necesarias a partir de los Erlang.

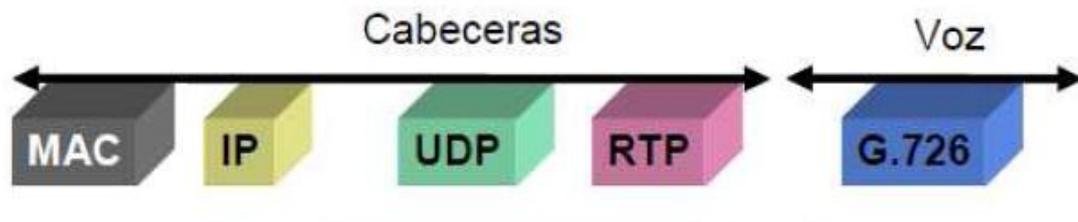


Fuente: "Erlang B Calculator"

Para realizar este cálculo se debe elegir el códec de voz adecuado que sirven para muestrear la voz analógica y comprimirlo en paquetes de datos que serán enviados por la red de datos. (Fernández Zarpán, 2008)

Se escogerá el códec G.726 dado su bajo retardo que posee además de que cuenta con un factor de compresión mucho más bajo en relación a los demás códec.

A partir de esto, se halla el ancho de banda real que se usará dado el códec de voz G.726. Se tendrá que analizar que ancho de banda será el que se envía hacia la red de datos. El contenido de la trama Ethernet se compone de una cabecera MAC (18 bytes) y luego los bytes a transmitir. En la parte de datos, se encapsulan las cabeceras de las capas superiores del modelo OSI: cabecera de protocolo IP en la capa de red (capa 3), cabecera de protocolo UDP en la capa de transporte (capa 4) y al final la cabecera del protocolo RTP en la capa de aplicación (capa 7). A continuación, se mostrará la trama Ethernet compuesta de cabeceras de protocolos utilizados en las diferentes capas OSI y su parte de datos que en este caso será voz. (Fernández Zarpán, 2008)

Figura N° 4. 4: Gráfica de cabeceras y voz para el códec g.726.

Fuente: "Trama Ethernet"

Cabeceras

- MAC: 18 bytes
- IP: 20 bytes
- UDP: 8 bytes
- RTP: 12 bytes
- Total, cabeceras: 58 bytes

Voz [G.726 (32K)]: 80 bytes

Tamaño de trama = Cabeceras + Voz = 138 bytes

Rate = Códec Neto/Códec Payload = 32000 bits/ (80*8 bits) = 50 pps

Ancho de banda = Tamaño de trama * Rate = 138 * 8 * 50 = 55.2 Kbps

Ancho de banda total usado para VoIP = 55.2 x 6 líneas = 331.2 Kbps

4.1.4.2. Ancho de banda para sistemas de videoconferencia IP

En primer lugar, se mostrará el ancho de banda mínimo para tener buena calidad de imagen ante el ojo humano. (Grupo ACT, s.f.)

Tabla 4. 2: Relación de calidad de imagen con Ancho de Banda.

Calidad (Cps)	Ancho de banda Mínimo	Consumo real de Ancho de Banda
15 cuadros por segundo	128Kbps	128Kbps+25%
30 cuadros por segundo	192Kbps	192Kbps+25%

Elaboración: propia

Las videoconferencias se clasifican de acuerdo al ancho de banda que utilicen y a la aplicación a la que vayan a implementarse: (Grupo ACT, s.f.)

- **Videoconferencia personal de baja calidad:** Sirve para conversaciones entre dos personas. Se transmite en un rango de 28.8 y 64 Kbps sobre líneas telefónicas.
- **Videoconferencia de escritorio:** Usado para un pequeño grupo de individuos, por lo general, hasta cuatro personas. Opera entre el rango de 64 y 128 Kbps.
- **Videoconferencia de calidad intermedia:** Es ideal para que sea apreciado de buena forma por un grupo de hasta quince personas. Se transmite entre los rangos de velocidades de 128 y 384 Kbps.
- **Videoconferencia de alta calidad:** Es necesaria para grandes reuniones y donde se requiere una buena calidad de imagen. Opera entre los rangos de 384 Kbps y 2 Mbps.

El estándar H.323, determinado por la ITU-T es el sistema usado para comunicaciones multimedia utilizando el protocolo de internet (IP) el cual define dos puntos de la red entre los cuales intercambiarán tanto como voz, audio y datos. Los códec de audio que usa este estándar son: (Joskowicz, 2009)

- G.711 (64 kbps)
- G.722 (48, 56 y 64 kbps)
- G.728 (16 kbps)
- G.723.1 (Dual Rate Speed 6.4 y 5.3 kbps)
- G.729 (8 kbps)

En el caso de video se usan los siguientes códec: (Joskowicz, 2009)

- H.261 (n x 64 kbps)
- H.263 (< 64 kbps)

En el caso de interfaz de datos se usa la recomendación T.120 que provee un estándar para el intercambio de datos entre terminales H.323 y otros terminales (H.324, H.320 y H.310). (Joskowicz, 2009)

La velocidad estándar definida para videoconferencia es de 384 kbps pero dado que se requiere alta calidad de imagen; entonces, se trabajará con una velocidad de 512 kbps para brindar una calidad de imagen superior a la estándar de videoconferencia. (Acuña Ustua, 2010)

4.1.4.3. Ancho de banda para equipos de telemedicina

Los equipos espirómetros por lo general dejan un reporte sobre el performance de las vías respiratorias y del pulmón. Este reporte por lo general es transmitido en formato PDF. El formato PDF será almacenado en la computadora que se encuentra conectada al dispositivo espirómetro a través de su puerto fash USB. El formato PDF pesa alrededor de 80 Kb y es transmitido a una velocidad de alrededor los 64 Kbps, este es un estándar de ancho de banda recomendado para ser usado en telemedicina. (Acuña Ustua, 2010)

Los estetoscopios electrónicos se pueden conectar a las computadoras de los establecimientos de salud a través del puerto serial desde donde se podrán transmitir hacia el hospital de Juliaca. Esta unidad de auscultación usa un ancho de banda no muy grande de 19.6 Kbps. Este estetoscopio electrónico al estar conectado a la computadora también podrá transmitir sus sonidos al sitio remoto a través de videoconferencia para obtener un mejor rendimiento. (Acuña Ustua, 2010)

4.1.4.4. Ancho de banda para acceso de Internet

En el caso de acceso a internet, se tomará en cuenta los estándares del plan de banda ancha que se está dando en nuestro país con el cual se proveen velocidades permanentes de datos de 256 Kbps o mayores. Dado que este proyecto está a aplicarse en todas las ciudades del Perú; entonces, se tomará una velocidad mínima de 256 Kbps como estándar para el acceso a Internet.

A continuación, se especifican las aplicaciones y se realizan cálculos para poder especificar el ancho de banda que se tomará para el acceso a Internet. (Acuña Ustua, 2010)

Imágenes

El peso aproximado de una imagen es de 2048*1536 pixeles, un zoom de 3x es de 1.5 Megabytes. Se estima que se requiere un envío de 4 imágenes por usuario en 15 minutos, en la siguiente ecuación se hallará la velocidad necesaria para esta aplicación

$$V = \frac{2 \text{ megabytes}}{1 \text{ envio}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{4 \text{ envios}}{15 \text{ minutos} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario} \quad \text{Ec. 4.5}$$

$$V = 71.1 \text{ Kbps}$$

Textos y datos

Involucra archivos de tipo WORD y PDF, las cuales en promedio tienen un peso de 1 Megabytes. Para cada estudio se debe realizar el envío de 6 a 10 archivos en 15 minutos.

$$V = \frac{1 \text{ megabytes}}{1 \text{ envio}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{10 \text{ envios}}{15 \text{ minutos} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario} \quad \text{Ec. 4.6}$$

$$V = 88.9 \text{ Kbps}$$

Correo electrónico

El uso normal de correo electrónico involucra enviar y descargar archivos de 1.5 Megabytes. Para cada estudio se enviará o recibirá 8 archivos durante 15 minutos.

$$V = \frac{1.5 \text{ megabytes}}{1 \text{ envio}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{8 \text{ envios}}{15 \text{ minutos} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario} \quad \text{Ec. 4.7}$$

$$V = 106.7 \text{ Kbps}$$

Navegación en Internet

El peso promedio de una página web es de 60 a 75 KB y se estima que un usuario puede abrir o cargar unas 100 páginas web en 15 minutos.

$$V = \frac{75 \text{ kilobytes}}{1 \text{ envio}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{100 \text{ envios}}{15 \text{ minutos} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario} \quad \text{Ec. 4.8}$$

$$V = 66.7 \text{ Kbps}$$

A continuación, se muestra en resumen el ancho de banda necesario en la red para el buen acceso a Internet de acuerdo a las aplicaciones especificadas:

Tabla 4. 3: Resumen de ancho de banda para acceso a internet.

Aplicaciones	Ancho de Banda (Kbps)/ Unidad
Imágenes	71.1
Texto y Datos	88.9
Correo electrónico	106.7
Navegación por internet	66.7
TOTAL	333.4

Elaboración: propia

A continuación, se procede a realizar un cuadro resumiendo los anchos de banda analizados anteriormente y obteniendo un resultado total de cuanto ancho de banda debería soportar el radio enlace IP.

Tabla 4. 4: Resumen de ancho de banda de la red de telemedicina.

Ítem	Ancho de banda (kbps) / unidad	Unidades en centro de salud	Ancho de banda total (Kbps)
Teléfonos VoIP	55,2	6	331,2
Video conferencia VoIP	512	2	1024
Dos equipos espirómetros	64	2	128
Estetoscopios electrónicos	19,6	2	39,2
Acceso a Internet	333,4	6	2000,4
		Total Ancho de banda	3522,8

Elaboración: propia

4.1.5. Análisis de costos de Telemedicina.

Costos de Radio Enlace IP

Tabla 4. 5: Costos de radio enlace IP.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL S/.
Rocket M5	Ubiquiti Networks	5Ghz 802.11a/n High Power AirMax MIMO TDMA	2	1,100.00	2,200.00
Antena externa	Ubiquiti Networks	Rocket Dish 30dBi 5Ghz 2x2 MiMo exterior	2	600.00	1,200.00
				TOTAL	3,400.00

Elaboración: propia

Costos de Red VoIP

Tabla 4. 6: Costos de red VoIP.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL S/.
Servidor VoIP	Hp Compaq	8100 Intel Core i3 3.2 - 3.3Ghz	1	1,200.00	1,200.00
Gateway de voz	Patton Smartnode	4520	2	630.00	1,260.00
Teléfono VoIP	GrandStream	GXP-2000	4	120.00	480.00
				TOTAL	2,940.00

Elaboración: propia

Costos de Videoconferencia

Tabla 4. 7: Costos de videoconferencia.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL S/.
Videoconferencia IP	Sony	PCS-TL30	2	3,550.00	7,100.00

Elaboración: propia

Costos de Equipos de Telemedicina

Tabla 4. 8: Costos de equipos de telemedicina.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL S/.
Espirómetro	Innomed medical	Spirodoc (Espirómetro + Oxímetro Portátil MIR)	2	1,330.00	2,660.00
Estetoscopio electrónico	Telehealth	TR-1/EF Telephonic Stethoscopeque + CP1 Chest Piece	2	1,800.00	3,600.00
Computadora	Compaq Desktop	CQ1506LA Intel Atom D525	4	1,200.00	4,800.00
				TOTAL	11,060.00

Elaboración: Propia

Costos de la Red LAN del Centro de Salud Samán

Tabla 4. 9: Costos de red LAN en centro de salud de Samán.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL S/.
Router	Cisco	2821	1	500.00	500.00
Switch	D-Link	DSS-16+ 16-Port 10/100 Desktop/Rackmount Switch	2	90.00	180.00
Firewall	D-Link	DFL-210 NetDefend Network	1	500.00	500.00
				TOTAL	1,180.00

Elaboración: Propia

Costos de Equipo de Área Administrativa

Tabla 4. 10: Costos de equipos de área administrativa.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL S/.
Teléfono VoIP	GrandStream	GXP-2000	4	120.00	480.00
Computadora	Compaq Desktop	CQ1506LA Intel Atom D525	6	1,200.00	7,200.00
				TOTAL	7,680.00

Elaboración: Propia

Costos de Instalación de Internet y Telefonía Fija**Tabla 4. 11:** Costos de instalación de internet y telefonía fija.

SERVICIO	PRECIO TOTAL S/.
Instalación del servicio de Internet de 4 Mbps	200.00
Instalación de las 6 líneas fijas	250.00
TOTAL	450.00

Elaboración: Propia

Costos de Sistemas de Protección**Tabla 4. 12:** Costos de sistema de protección y torres.

ITEM	PRECIO TOTAL S/.
Sistema de puesta a tierra	800.00
Sistema de pararrayos	500.00
2 torres con tirantes de 50 m	7000.00
TOTAL	8,300.00

Elaboración: Propia

Costos de Instalación de la Red de Telemedicina**Tabla 4. 13:** Costos instalación red de telemedicina.

SERVICIOS	PRECIO TOTAL S/.
Instalación, configuración y puesta en servicio de la red de telemedicina	5,000.00

Elaboración: Propia

Resumen final de Costos de la Red de Telemedicina**Tabla 4. 14:** Resumen final de costos de la red de telemedicina.

COSTOS DE LA RED DE TELEMEDICINA	COSTOS S/.
Costos de Radio Enlace IP	3,400.00
Costos de Red VoIP	2,940.00
Costos de Videoconferencia	7,100.00
Costos de Equipos de Telemedicina	11,060.00
Costos de la Red LAN del Centro de Salud Samán	1,180.00
Costos de Equipo de Área Administrativa	7,680.00
Costos de Instalación de Internet y Telefonía Fija	450.00
Costos de Sistemas de Protección y torres	8,300.00
Costos de Instalación de la Red de Telemedicina	5,000.00
COSTO TOTAL	47,110.00

Elaboración: Propia

4.2. DISCUSIÓN

(Maldonado Sifuentes, 2012) Demostró en su proyecto “Diseño de la red interna de un telecentro Polivalente para la ciudad de Huancayo y Sicaya”, unir remotamente el centro de salud de Sicaya con el hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo.

por lo cual el proyecto planteado “diseño de una red de telemedicina utilizando tecnología WIFI 802.11n para el monitoreo de pacientes en el centro de salud samán ” es más factible el Diseño de la red inalámbrica, utiliza la tecnología Wi-Fi aplicando el estándar 802.11n, este proyecto aporta con ventajas respecto a estándares anteriores como es su velocidad de transmisión más rápida y opera en la banda de 5 GHz por lo que es menos propensa a la interferencia y ruido, siendo una banda libre no congestionada con respecto a la banda 2.4Ghz; haciendo a la red más robusta, flexible y escalable.

(Apolo Marquez & Vidal Barbara, 2014) manifestó En su proyecto de tesis “Diseño de una red de telecomunicaciones en la banda ISM para brindar servicios de telemedicina a la provincia de Loja”, presenta una propuesta de diseño de red de telecomunicaciones, articulada al Plan Nacional de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, orientada al mejoramiento de la calidad de los servicios de salud públicos de la provincia de Loja; a través del uso de los recursos disponibles y de tecnologías de comunicación de bajo costo.

Por lo tanto, en la tesis planteada en base al análisis realizado para determinar el ancho de banda de las aplicaciones a brindar en la red inalámbrica, el mismo que debería ser de mínimo 20Mbps, siendo suficiente para que la red funcione correctamente y brindar una conexión de calidad. En base a los requerimientos de especificaciones técnicas necesarias para este tipo de redes, se eligió equipos de la marca Ubiquiti Networks siendo una tecnología que sobresale con respecto a Cisco y Mikrotik en lo que es costo beneficio,

licencia incluida en cada equipo de tal manera que se ahorre recursos al estar sujetos a un presupuesto limitado y cumpliendo con los parámetros establecidos por el marco regulatorio.

(Checca Maldonado, 2017) En su proyecto de tesis “Diseño de una red de telemedicina y telefonía IP para el monitoreo de pacientes en los centros de salud del distrito de acora utilizando 802.11ac.” radica en el diseño de una red de telemedicina en el distrito de Acora, La red básicamente consistió en unir remotamente los 19 centros de salud en los distintos centros poblados de todo el distrito de Acora.

El proyecto planteado Tecnológicamente los resultados obtenidos son más satisfactorios, se ha comprobado que la tecnología MIMO 2x2 puede funcionar correctamente en enlaces de más de 30 km consiguiendo un throughput o tasa de transmisión superior a 60 Mbits/s, valores nunca conseguidos anteriormente en orografías y condiciones climáticas. Mediante la utilización de la herramienta Radio Mobile se realizó las respectivas simulaciones de los enlaces, cumpliendo con los parámetros mencionados como es obtener una línea de vista directa despejando el 60% de la primera zona de fresnel; concluyendo que los radioenlaces son confiables y viables.

El sistema de videoconferencia recoge información suficiente para describir la situación actual, la idea es conocer cuán importante la incursión de imágenes en un posible diagnostico medico realizado a distancia. Una mejora en la atención los pacientes y un aumento del nivel de seguridad del personal sanitario, que con el sistema se siente apoyado por profesionales con más experiencia.

El sistema implementado está enfocado a ofrecer la posibilidad de que los centros de salud totalmente aislados, puedan comunicarse con un hospital de apoyo para realizar consultas médicas a través de audio y video. De esta manera técnica de enfermería y

médicos sin mucha experiencia que dirigen estos centros de salud, puedan ser guiados y aconsejados por especialistas a distancia, hecho que evita el traslado de pacientes y una reducción de la tasa de mortalidad.

Finalmente, con las tecnologías disponibles, las experiencias propias y la de otros países se pueden realizar una aplicación práctica de la telemedicina, para contribuir a los fortalecimientos de la red integrada de servicios y programas de salud maximizando el tiempo del profesional y su productividad. Mejorando la calidad, aumento al acceso y la equidad, y disminuyendo los costos. Sin embargo, antes de recomendar su utilización masiva en los centros asistenciales de salud se deberá realizar un estudio exhaustivo de los sistemas de salud, de los costos para su implantación y de la sustentabilidad, así como de la calidad diagnosticada del sistema acorde a las metodologías vigentes.

CONCLUSIONES

- Se logró el diseño de la red de telemedicina utilizando tecnología WI-FI 802.11n para el monitoreo de pacientes en el centro de salud Samán - Puno.
- Se optimizó el diseño de monitoreo de pacientes utilizando la red inalámbrica WI-FI 802.11n en el centro de salud samán - puno. para el diagnóstico y consulta de los usuarios a través de audio y video a distancia.
- Se mejoró la atención de pacientes utilizando el sistema de videoconferencia aplicado a la telemedicina. Con este sistema se realizó sesiones de videoconferencia para el monitoreo de pacientes a distancia en tiempo real, emisión de videos y recepción de documentos administrativos.

RECOMENDACIONES

- El diseño de la red de telemedicina se basa en las normas y especificaciones técnicas de ley, en cuanto a los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones. (D.S. n° 038-2006-MTC), por lo cual se recomienda ceñirse a las normas constantemente actualizadas del Perú.
- El diseño del sistema de monitoreo utilizando la tecnología inalámbrica WI-FI con el estándar 802.11n el cual trabaja en la banda libre de 5.8 GHz, se recomienda cumplir la utilización de ciertos parámetros permitidos para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha los cuales son potencias de transmisión, ganancia de antenas y formularios necesarios para legalizar los radioenlaces.
- El diseño del sistema de videoconferencia para comprobar que la red soporte dicho servicio, se recomienda determinar el ancho de banda adecuado para que funcione correctamente la red de telemedicina y así brindar una atención adecuada a los pacientes a distancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Ustua, K. M. (2010). *Diseño de la red para un minitelecentro en la localidad de santa maria en la region Madre de Dios*. Lima: Universidad Catolica del Perú.
- Apolo Marquez , V., & Vidal Barbara, G. (2014). *Diseño de una red de telecomunicaciones en la banda ism para brindar servicios de telemedicina a la provincia de Loja*. Lima: Universidad Naciona de Ingenieria.
- Betancourth, L. (2015). *Telemedicina:Obtenido de Conceptos telemedicina*. Obtenido de <http://telemedicinalizbetancourth.weebly.com/conceptos.html>
- Cabo Salvador, J. (2016). *gestion sanitaria integral publica y privada*. Obtenido de <http://www.gestion-sanitaria.com/>
- Canto, R. (2000). *Telemedicina: Informe de evaluacion y aplicaciones en Andalucia*. Sevilla: Agencia de evaluacion de tecnologias sanitarias.
- Checca Maldonado, J. (2017). *Diseño de una red de telemedicina y telefonía ip para el monitoreo de pacientes en los centros de salud del distrito de acora utilizando 802.11ac*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- ConsultorSalud. (2015). *Manual de Estandares Telemedicina*. Obtenido de <http://www.consultorsalud.com/biblioteca/documentos/Manual%20de%20Estan>
- EHAS. (2013). *Enlace hispano americano de salud*. Obtenido de <http://www.ahas.org/>
- Fernández Zarpán, J. C. (2008). *Diseño de una red de voz sobre IP para una empresa que desarrolla proyectos de ingenieria de comunicaciones*. Lima: Universidad catolica del Peru.

Grupo ACT, G. (s.f.). *Consideraciones para implementacion de videoconferencia via*

IP. Obtenido de

<http://www.grupoact.com.mx/archivos/consideraciones%20para%20videoconferencia%20ip.pdf>

INEI. (2007). *Instituto Nacional de Estadistica e Informatica*. Obtenido de

<http://www.inei.gob.pe/>

Innomed medical. (2017). *Spectrum ingenieros*. Obtenido de

http://www.spectrumperu.com/producto_interna.php?cat=5

Joskowicz, J. (2009). *Voz, video y telefonía sobre IP*.

M., J., & Lee, G. (2006). *MIMO technology for advanced WLAN*.

Maldonado Sifuentes, P. (2012). *Diseño de la red interna de un telecentro Polivalente para la ciudad de Huancayo y Sicaya*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Martinez Ramos, C. (2009). *Redes de telecomunicación, plc, fibra óptica, satélites. Bases tecnológicas de la telemedicina*, 80-97.

MINSA. (2015). *Ministerio de salud*. Obtenido de <http://www.minsa.gob.pe/>

OMS. (2009). *Organización mundial de la Salud*. Obtenido de Personal sanitario Infraestructura, medicinas esenciales, Estadísticas mundiales sanitarias:

Rivero, D. S. (2008). *Metología de la Investigación*. shalom 2008.

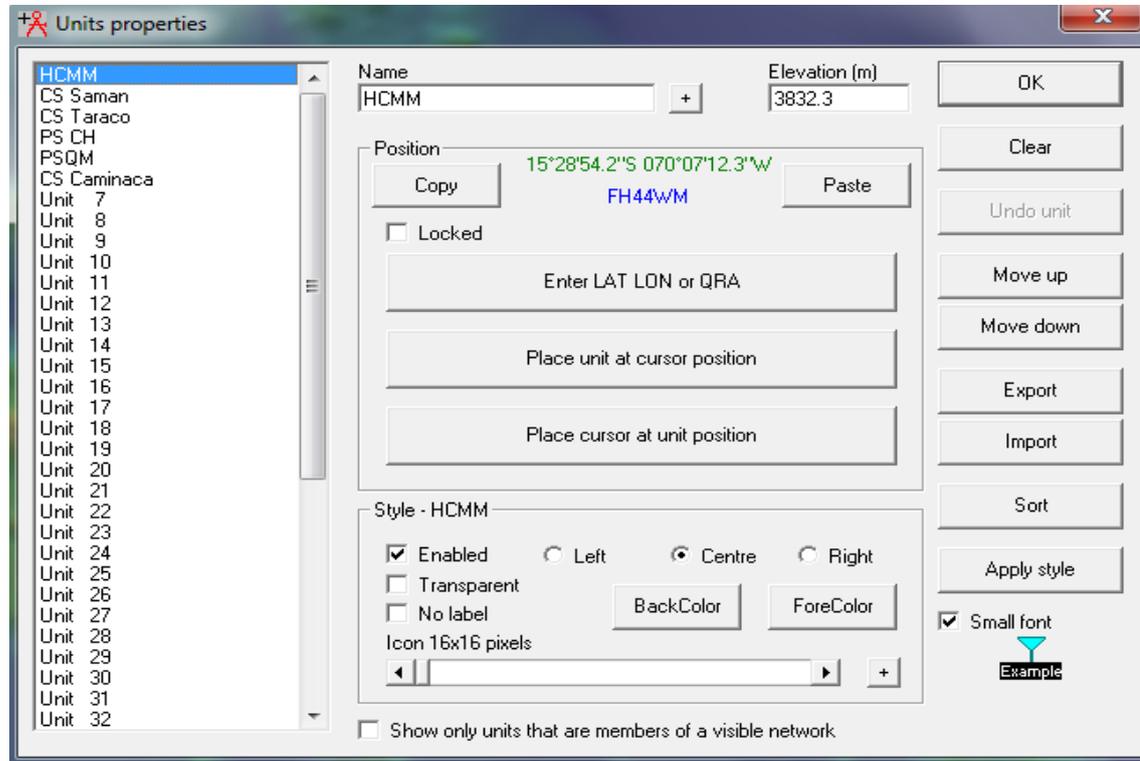
Ubiquiti Networks. (2017). *Equipos Airmax de Ubiquiti networks*. Obtenido de <https://www.ubnt.com/products/#default>

ANEXOS

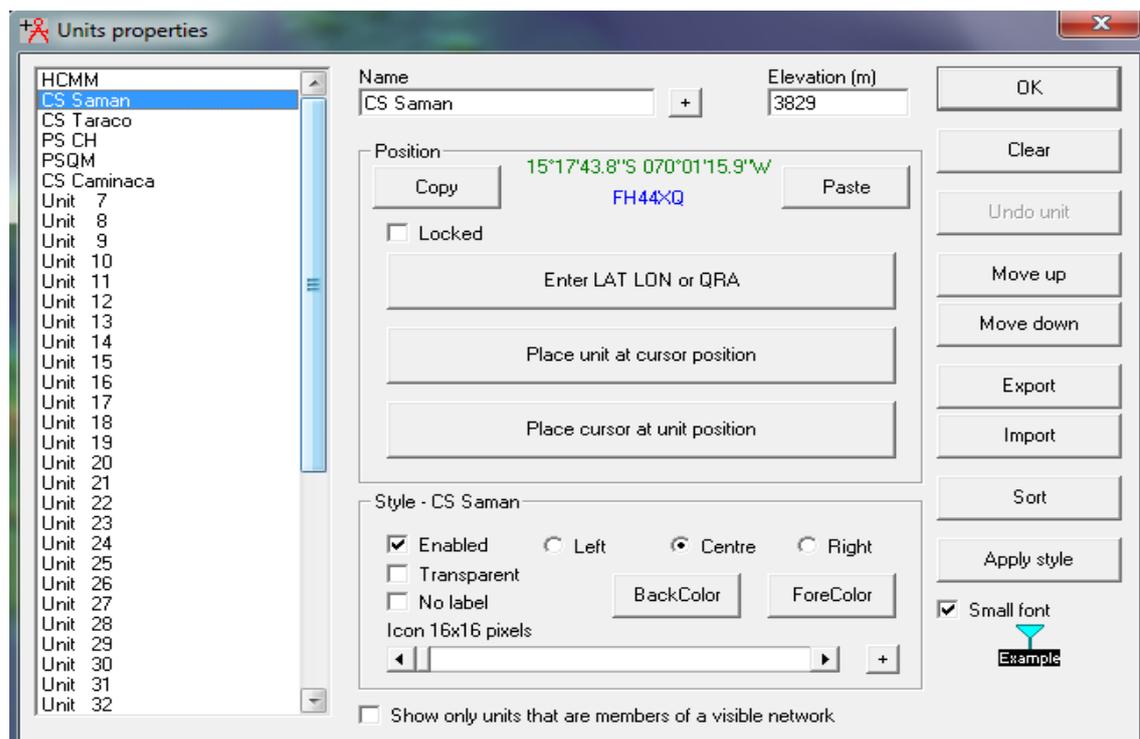
ANEXO N° 1:

RADIO ENLACE DEL CENTRO DE SALUD SAMÁN CON EL H.C.M.M.

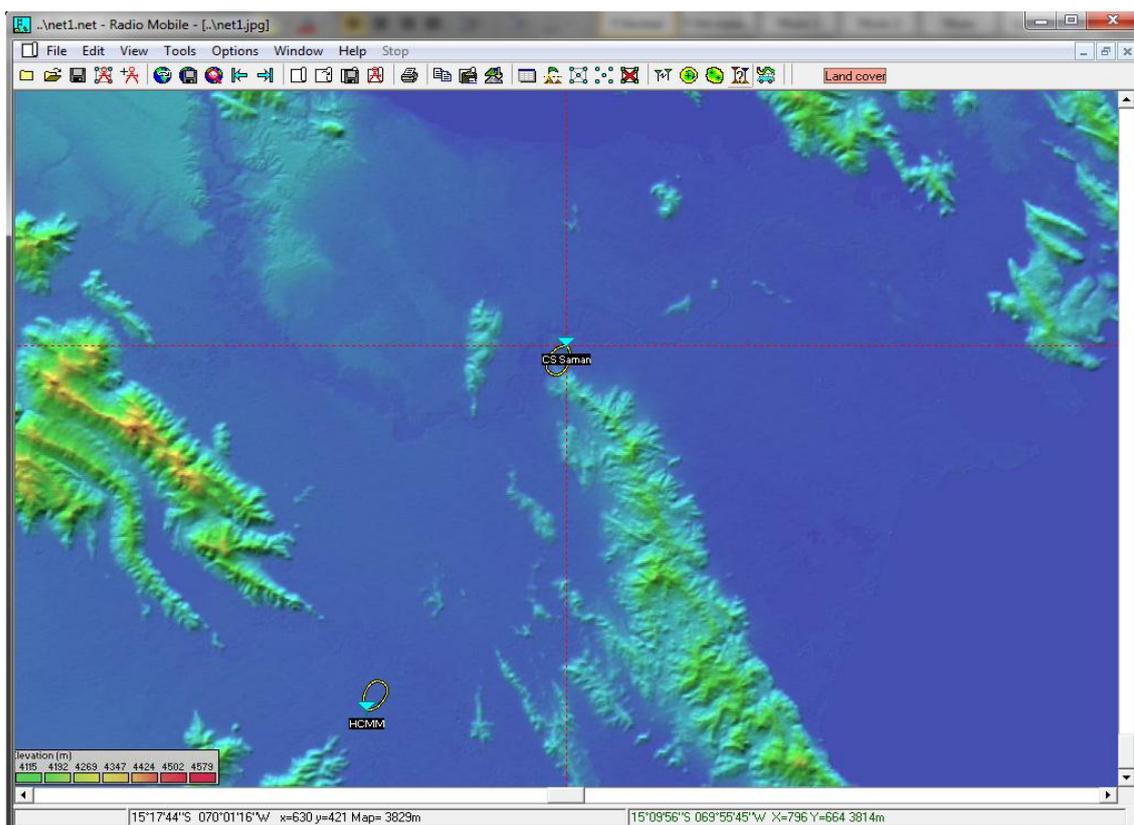
UBICACIÓN DEL HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO



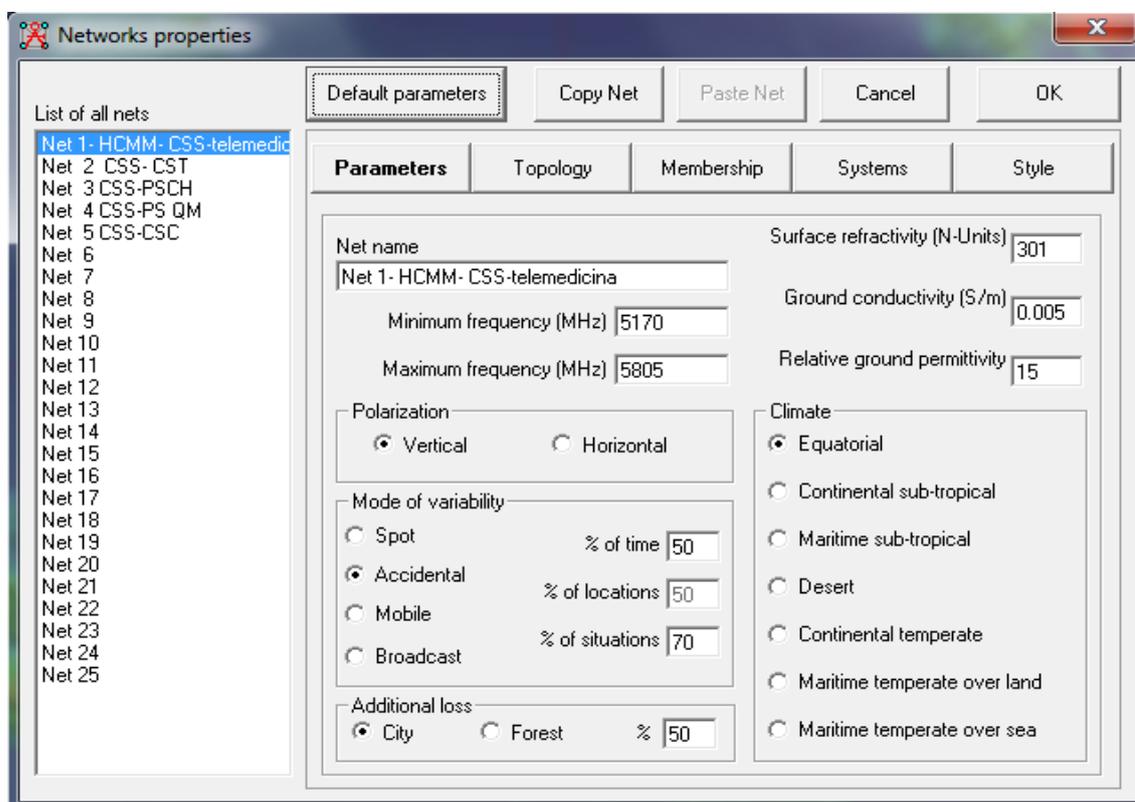
UBICACIÓN DEL CENTRO DE SALUD SAMÁN



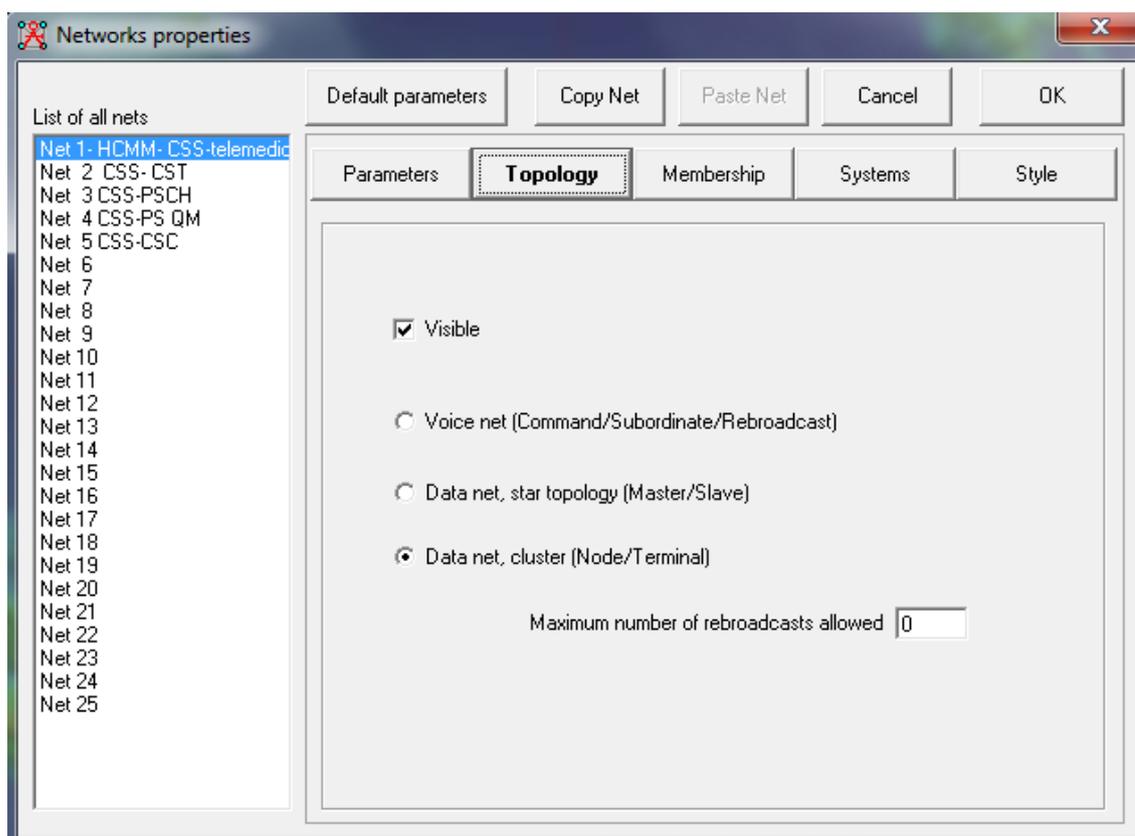
UBICACIÓN DE LOS DOS PUNTOS



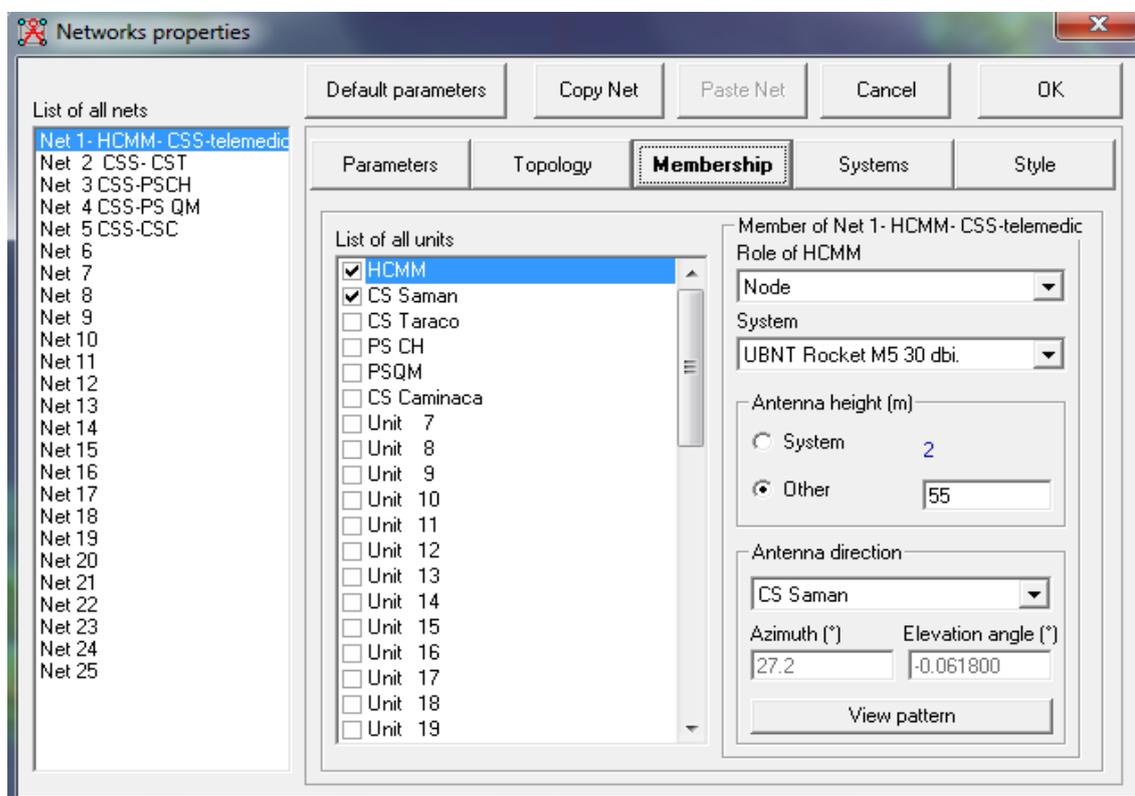
CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RED

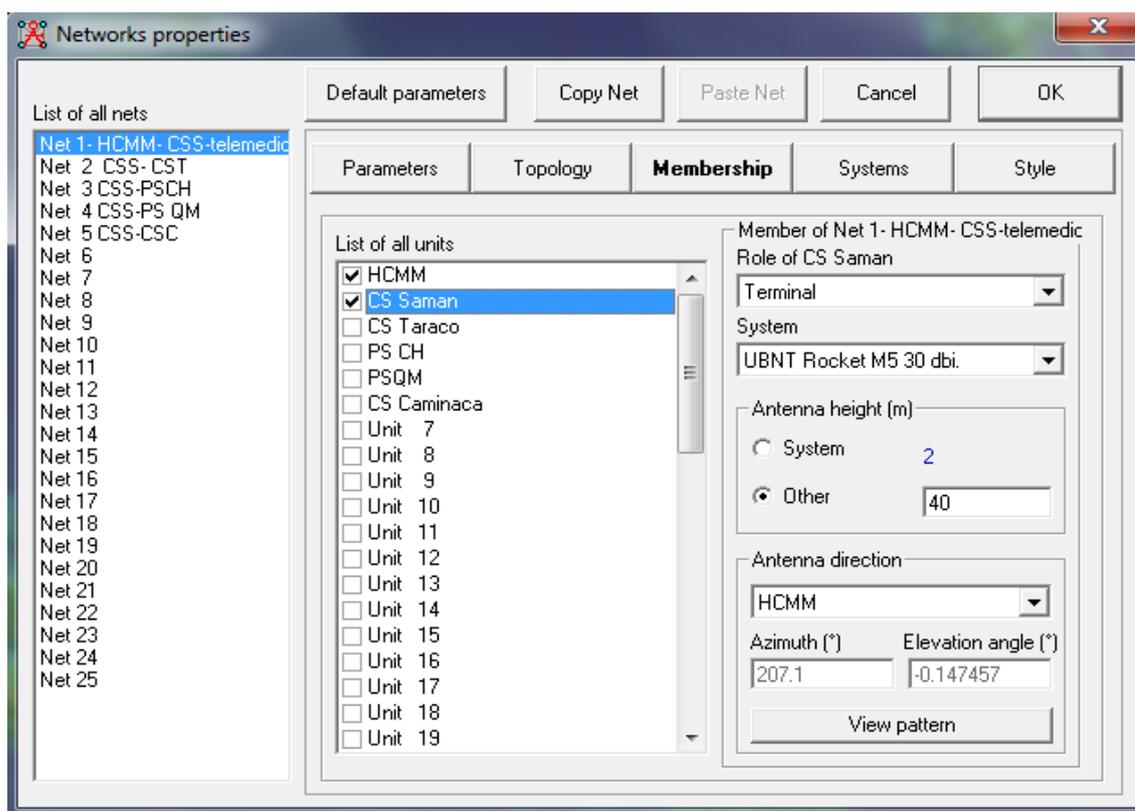


CONFIGURACIÓN DE TOPOLOGÍA DE LA RED

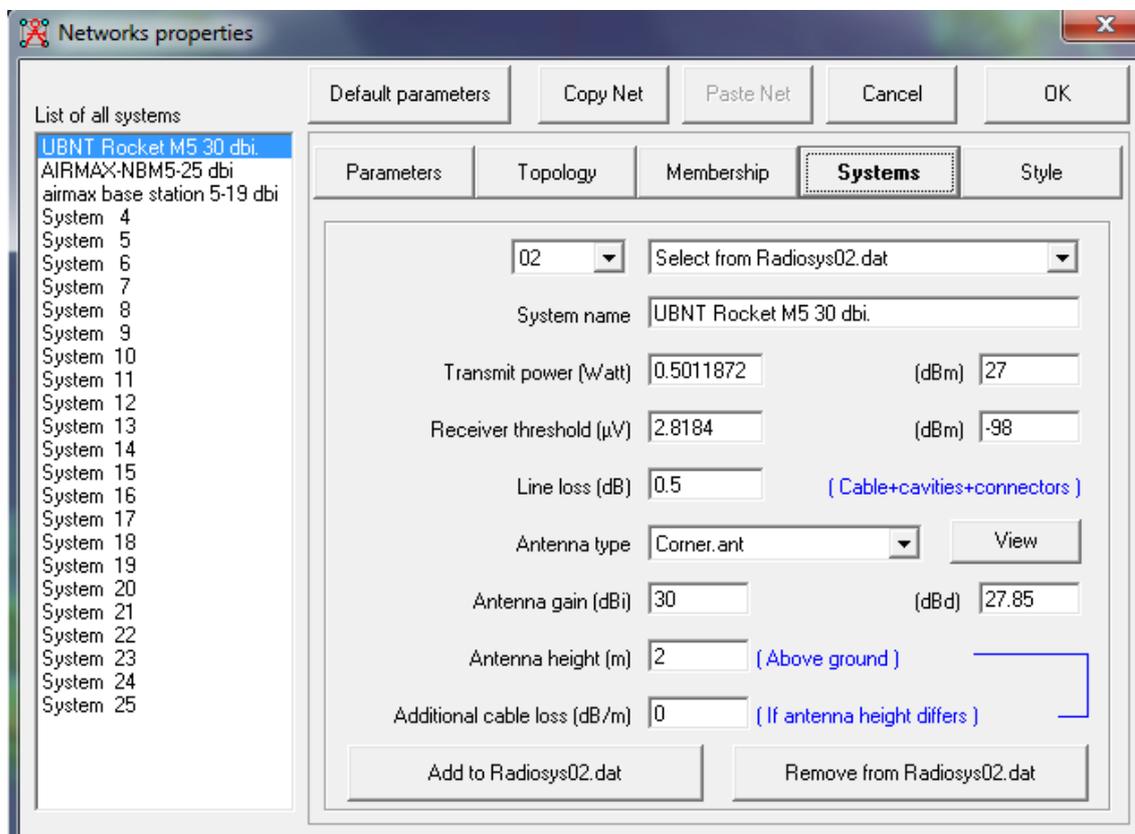


CONFIGURACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL SISTEMA

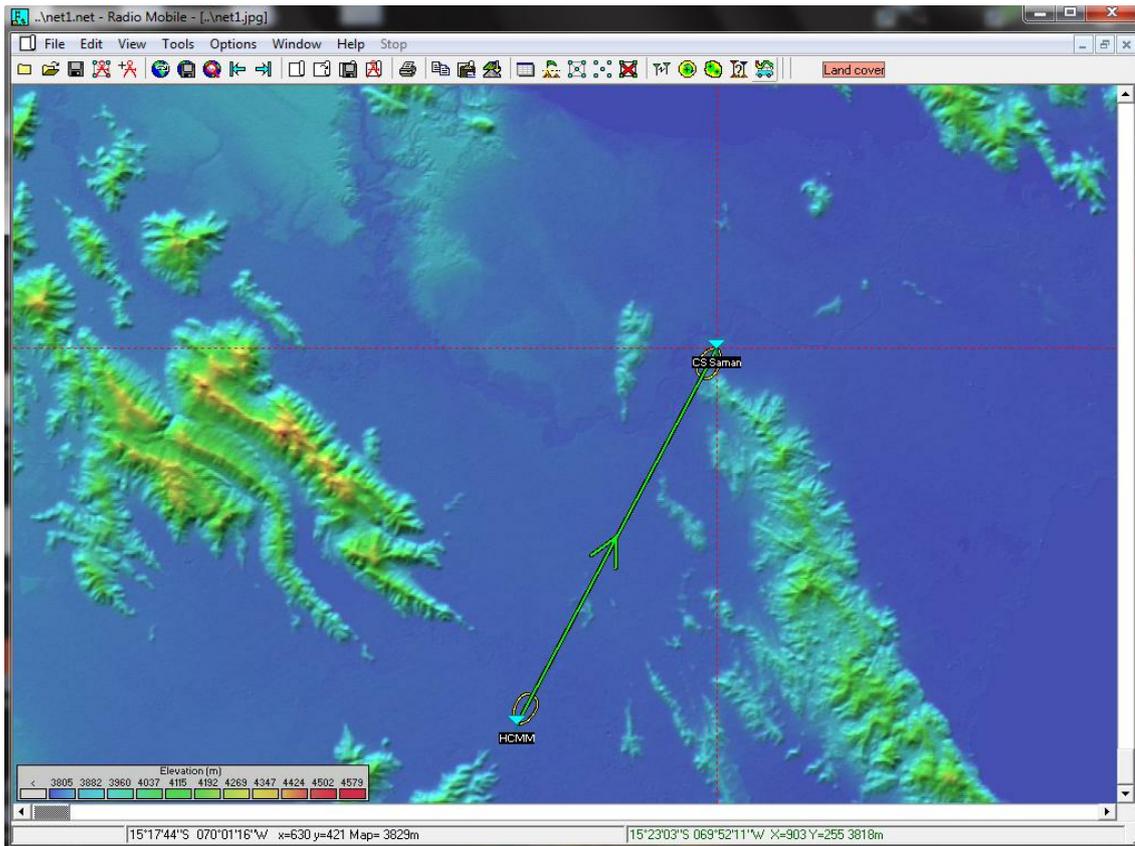




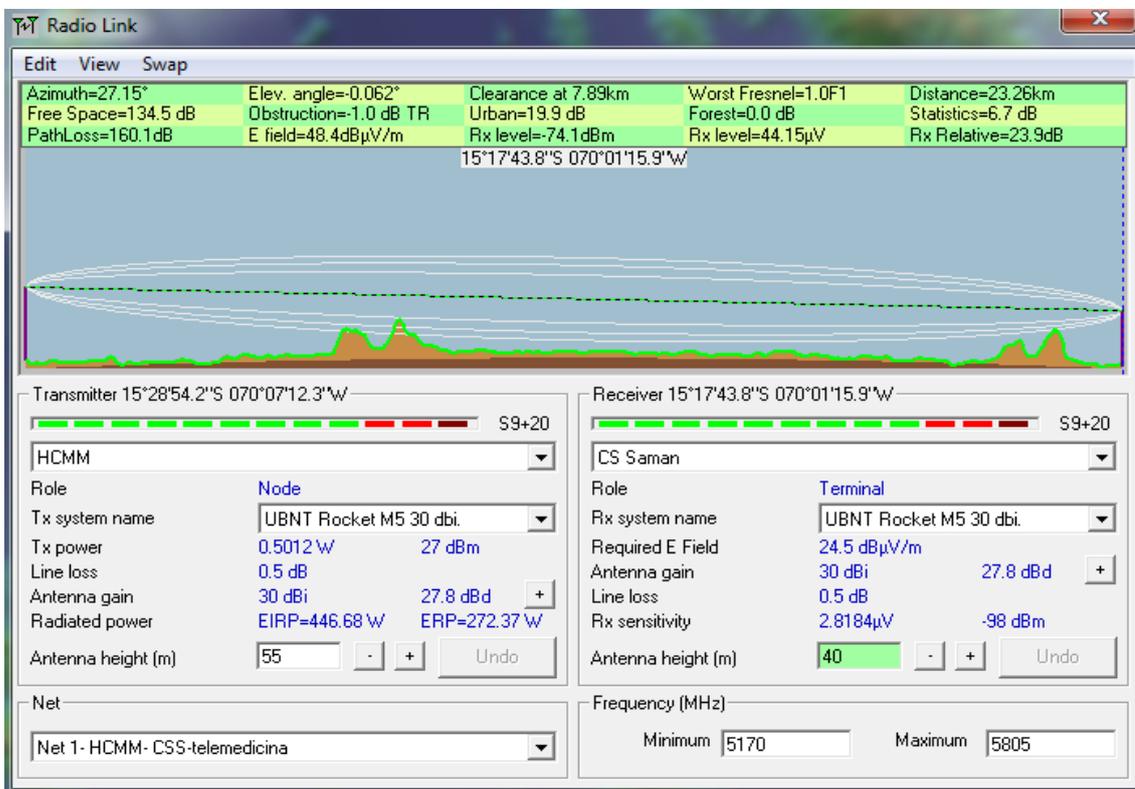
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE LOS MIEMBROS DE LA RED



SE MUESTRA EL RADIO ENLACE ENTRE LOS DOS PUNTOS



INTERPRETACIÓN DEL RADIO ENLACE



ANEXO N° 2:

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISPOSITIVO ROCKET M5

UBIQUITI NETWORKS

TECHNICAL SPECS / DATASHEET

ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation

MIMO TDMA Protocol

COMPATIBLE ANTENNAS

- AirMax Sector 5G-17-90
- AirMax Sector 5G-16-120
- AirMax Sector 5G-20-90
- AirMax Sector 5G-19-120
- Rocket Dish 5G-30

SYSTEM INFORMATION			
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400MHZ		
Memory Information	64MB SDRAM, 8MB Flash		
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface		
REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION			
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE		
RoHS Compliance	YES		
OPERATING FREQUENCY 5470MHz-5825MHz			
5GHz TX POWER SPECIFICATIONS			
11a	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	6-24Mbps	27 dBm	+/-2dB
	36Mbps	25 dBm	+/-2dB
	48Mbps	23 dBm	+/-2dB
	54Mbps	22 dBm	+/-2dB
5GHz 11n	MCS0	27 dBm	+/-2dB
	MCS1	27 dBm	+/-2dB
	MCS2	27 dBm	+/-2dB
	MCS3	27 dBm	+/-2dB
	MCS4	26 dBm	+/-2dB
	MCS5	24 dBm	+/-2dB
	MCS6	22 dBm	+/-2dB
	MCS7	21 dBm	+/-2dB
	MCS8	27 dBm	+/-2dB
	MCS9	27 dBm	+/-2dB
	MCS10	27 dBm	+/-2dB
	MCS11	27 dBm	+/-2dB
	MCS12	26 dBm	+/-2dB
	MCS13	24 dBm	+/-2dB
	MCS14	22 dBm	+/-2dB
MCS15	21 dBm	+/-2dB	
5GHz RX SPECIFICATIONS			
11a	DataRate	Sensitivity	Tolerance
	6-24Mbps	-94 dBm min	+/-2dB
	36Mbps	-80 dBm	+/-2dB
	48Mbps	-77 dBm	+/-2dB
	54Mbps	-75 dBm	+/-2dB
5GHz 11n	MCS0	-96 dBm	+/-2dB
	MCS1	-95 dBm	+/-2dB
	MCS2	-92 dBm	+/-2dB
	MCS3	-90 dBm	+/-2dB
	MCS4	-86 dBm	+/-2dB
	MCS5	-83 dBm	+/-2dB
	MCS6	-77 dBm	+/-2dB
	MCS7	-74 dBm	+/-2dB
	MCS8	-95 dBm	+/-2dB
	MCS9	-93 dBm	+/-2dB
	MCS10	-90 dBm	+/-2dB
	MCS11	-87 dBm	+/-2dB
	MCS12	-84 dBm	+/-2dB
	MCS13	-79 dBm	+/-2dB
	MCS14	-78 dBm	+/-2dB
MCS15	-75 dBm	+/-2dB	
PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL			
Enclosure Size	16cm length x 8cm width x 3cm height		
Weight	0.5 kg		
RF Connector	2x RPSMA (Waterproof)		
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic		
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included		
Max Power Consumption	8 Watts		
Power Supply	24V, 1A POE Supply Included		
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)		
Operating Temperature	-30C to 75C		
Operating Humidity	5 to 95% Condensing		
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4		
802.11n / Airmax Support Only at this Time. 802.11a support expected with AirOS 5.1 Release by end of Year			

Ubiquiti Networks Inc., 91 E. Tasman Dr., San Jose, CA 95134 www.ubnt.com

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ANTENA ROCKET DISH 30DBI

UBIQUITI NETWORKS

TECHNICAL SPECS / DATASHEET

RocketDish 5G-30: 5GHz AirMax 2x2 MIMO PtP Dish Antenna

RocketDish5G-30		Return Loss	E-Plane, 5500MHz	E-Plane Specs	H-Plane, 5500MHz	H-Plane Specs
	Antenna Characteristics					
	Frequency Range	4.9-5.90 GHz				
	Gain	28.0-30.25dBi				
	Polarization	Dual Linear				
	Cross-pol Isolation	35dB min				
	Max VSWR	1.4:1				
	Hpl Beamwidth (3dB)	5 deg.				
	Upl Beamwidth (3dB)	5 deg.				
	F/B Ratio	-34dB				
	ETSI Specification	EN 302 326 D2				
	Dimensions	648mm diameter				
	Weight	9.8 kg				
Wind Survivability	120 mph					
Windloading	113lb@100mph					

Instantly pair with Rocket M5 to create powerful 2x2 MIMO PtP Bridging applications. Full mating brackets and weatherproof RF jumpers included.

rocket M5

Ubiquiti Networks Inc., 91 E. Tasman Dr., San Jose, CA 95134 www.ubnt.com

ANEXO N° 3:

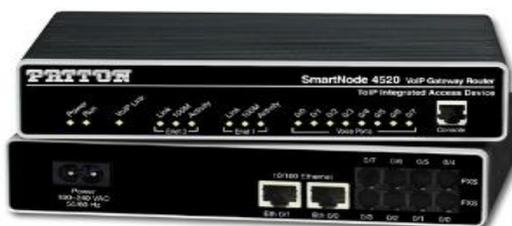
EQUIPOS DE RED VOIP.

Tabla 3.1: Características de Gateway de voz.

	Patton Smartnode 4520
Puertos	<ul style="list-style-type: none"> • 8 FXS • 2 LAN/WAN
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • H.323v4 • SIP v2
Códecs	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 (a/μ) • G.723, • G.729ab • G.726 • G.727 • G.711
Administración	<ul style="list-style-type: none"> • HTTP • TFTP • SNMP • CLI, Telnet
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Provee FAX, voz, video vigilancia y soporte de módem. • Se prioriza el tráfico de voz sobre el tráfico de datos. • Funciona como router con las siguientes características DHCP, NAT, Firewall/ACL y PPPoE.

Fuente: Server Voip (2017).

Figura 3.1: Gateway de Voz Patton Smartnode 4520.



Fuente: Patton

Tabla 3.2: Características del teléfono VOIP.

	GrandStream GXP-2000
Códecs	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 (a/μ) • G.723.1 • G.729A/B • G.726 • G.722 • iLBC VAD
Protocolos	HTTP, ICMP, ARP/RARP, DNS, DHCP, NTP, PPPoE, STUN, TFTP
Conectividad Ethernet	2 Puertos RJ45 10/100 BaseTX
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Caller ID display or block, per call or permanent • Call waiting, hold, mute, transfer (blind or attended), forward, and more • 3-Way Conferencing
Alimentación	• PoE (802.3af) • AC Power

Fuente: Server Voip (2015).

Figura 3.2: Teléfono VOIP GrandStream GXP-2000.



Fuente: GrandStream

ANEXO N° 4:

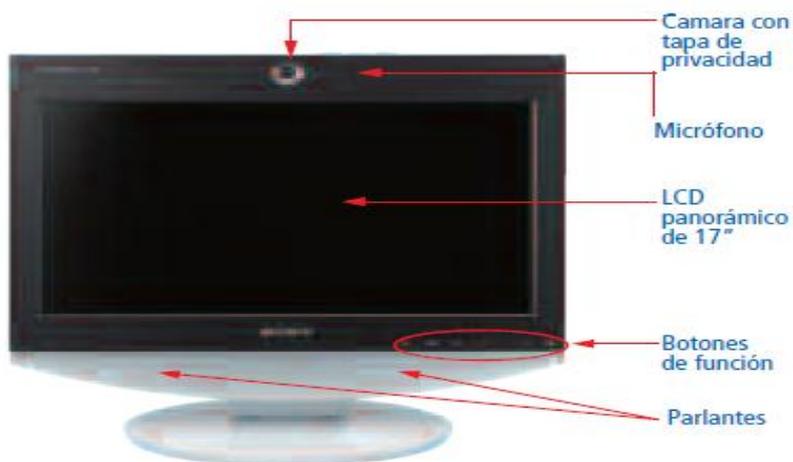
EQUIPO DE VIDEOCONFERENCIA IP

Tabla 4.1: Características del equipo de videoconferencia IP.

	Sony PCS-TL30
Estándares de video	H.261, H.263, H.263+, H.263++, H.264, H.323, H.225, H.281 FECC, H.245, H.239, H.235, MPEG-4
Códec de audio	G.711, G.722, G.728, G.729
Interfaz de red	10Base-T/100Base-TX x 1 (RJ-45)
Ancho de banda	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 2 Mb/s (2048 kb/s) in H.323 (Incl. audio) • G.711: 3.4 kHz at 56/64 kb/s • G.722: 7.0 kHz at 48/56/64 kb/s • G.728: 3.4 kHz at 16 kb/s • G.729: 3.4 kHz at 8 kb/s • MPEG4 AAC (mono) 14 kHz at 64/96 kb/s

Fuente: Rafael Rodríguez Escobar (2015).

Figura 4.1: Equipo de videoconferencia Sony PCS-TL30.



Fuente: Sony.

ANEXO N° 5:

EQUIPO DE TELEMEDICINA.

Tabla 5.1: Características del equipo espirómetro.

	Spirodoc
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> •Espirómetro •Pulsioxímetro • Acelerómetro en 3D •Cuestionario para control de síntomas • Cuenta con software especial para poder obtener informes del paciente.
Conectividad	USB 2.0 On-The- Go y Bluetooth 2.1
Pantalla	Táctil retro iluminada 128x64 pixeles
Alimentación	Batería recargable de Ion-Litio 3,7V, 1100 Ma

Fuente: Rafael Rodriguez Escobar (2015).

Figura 5.1: Equipo Spirodoc (Espirómetro + Oxímetro Portátil MIR).



Fuente: Innomed medical (2017).