



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

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

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



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**DISEÑO DE LA RED PARA UN MINI-TELECENTRO EN LA
LOCALIDAD DE SANTA MARÍA EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS**

Tesis para optar el Título de **INGENIERA ELECTRÓNICA**, que presenta la bachiller:

Katty Marilia Acuña Ustua

ASESOR: Luis Ángel Velarde Criado

Lima, julio del 2010

RESUMEN

La localidad de Santa María se encuentra al noreste de la región de Madre de Dios. La principal actividad económica es la extracción de castañas, básicamente de forma artesanal; carece de servicios básicos como luz, agua y desagüe. Así como sus sectores salud, productivo y económico son ineficientes los medios e infraestructura de comunicaciones existentes no cubren las necesidades de la población.

La presente tesis describe el diseño de la red interna para un Mini-Telecentro en la localidad de Santa María en la región de Madre de Dios, esta debe permitir el acceso a la información y comunicación, por consiguiente la integración de la población y su desarrollo humano.

En el primer capítulo se realiza el análisis de la situación actual de la región de Madre de Dios y de Santa María específicamente, se analizan los servicios básicos, la población y los sectores salud, educación y actividades económicas.

En el segundo capítulo, se encuentra la descripción de las tecnologías alámbricas e inalámbricas más utilizadas en aplicaciones comunicaciones rurales, así como las conceptualizaciones generales respecto a estas tecnologías.

En el tercer capítulo se muestran los requerimientos de la población de acuerdo a la información brindada por las principales autoridades de la localidad en los distintos sectores y además sobre la base de la información recolectada al hacer la visita al lugar.

En el cuarto capítulo, luego del análisis de los requerimientos de la población se realiza el diseño de la red y de otros parámetros que contribuyen al funcionamiento correcto de ésta. Asimismo se muestran las pruebas de comunicación que simulan el funcionamiento de la red según los servicios que brinda el Mini-Telecentro.

*A mi madre por siempre estar a mi lado y ser mi soporte incondicional.
A mis hermanas por apoyarme y motivarme siempre.
A un amigo muy especial por acompañarme en los momentos más difíciles.
A mi padre por tratar de siempre hacer lo mejor para mí.
A mis pequeñas y pequeños por siempre hacerme sonreír.*

No hay palabras para describir lo que significan para mí...Gracias.



Agradecimientos

*A Angelo Velarde por guiarme y confiar siempre en mí.
A personal de Cisco Systems Perú por su apoyo en mis pruebas técnicas.
A mi familia y amigos por el apoyo brindado siempre.*



"Cuanto más alto estemos situados, más humildes debemos ser."

Marco Tulio Cicerón



ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS.....	2
1.1 Características generales de la región Madre de Dios	2
1.1.1 Localización	2
1.1.2 División política	2
1.1.3 Clima y geografía	3
1.1.4 Población	3
1.1.5 Actividades económicas.....	3
1.2 Descripción de la localidad de Santa María	4
1.2.1 Ubicación	4
1.2.2 Población	5
1.3 Situación actual de los sectores principales de Santa María	5
1.3.1 Sector salud y servicios básicos.....	5
1.3.2 Sector educación.....	6
1.3.3 Sector económico y productivo.....	6
1.4 Actuales medios de comunicación e información en Santa María	7
1.5 Identificación de la problemática	7
CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE LAS TICs EN ZONAS RURALES A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICAS E INALÁMBRICAS.....	8
2.1 Aplicaciones de las tecnologías de Información y Comunicación (TICs)	8
2.1.1 Tecnologías de Información y Comunicación	9
2.1.2 Zonas rurales	9
2.1.3 Telecentro y Mini-Telecentro	10
2.1.4 Antecedentes y experiencias.....	10
2.2 Tecnologías útiles para la comunicación alámbrica.....	12
2.2.1 Redes de área local (LAN)	12
2.2.2 Medios guiados	13
2.3 Tecnologías útiles para comunicación inalámbrica	14
2.3.1 Red de área local inalámbrica WLAN.....	14

2.4	WiFi	15
2.4.1	Estándares	16
2.4.2	Seguridad.....	17
2.5	WiMAX.....	19
2.5.1	Estándares	19
2.5.2	Seguridad.....	20
2.6	Interconexión de redes de áreas locales.....	20
2.7	Modelo teórico para el diseño de la red del Mini-Telecentro.....	21
CAPÍTULO 3: CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL MINI-TELECENRO SOBRE LA BASE DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA POBLACIÓN		24
3.1	Hipótesis de la investigación	24
3.1.1	Hipótesis principal	24
3.1.2	Hipótesis secundarias	24
3.2	Objetivos de la investigación.....	24
3.2.1	Objetivo Principal	24
3.2.2	Objetivos específicos.....	25
3.3	Planteamiento de la propuesta.....	25
3.4	Características del diseño en base a los requerimientos de la población	28
3.5	Infraestructura base para el diseño	29
3.5.1	Componentes del cableado estructurado	29
3.5.2	Cableado específico para el Mini-Telecentro.....	31
3.6	Consideraciones para el desarrollo de la red	32
CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL MINI-TELECENRO		34
4.1	Servicios del Mini-Telecentro	34
4.2	Infraestructura física del Mini-Telecentro.....	35
4.2.1	Infraestructura arquitectónica	35
4.2.2	Infraestructura del cableado horizontal.....	40
4.3	Diseño de la red de comunicaciones.....	42
4.3.1	Topología de la red	42
4.3.2	Distribución de la red.....	43
4.3.3	Disposición de equipos	47
4.4	Tráfico de la red	47
4.4.1	Análisis del tráfico de la red.....	47
4.4.2	Cálculo del tráfico de la red	48
4.4.3	Administración del tráfico de la red.....	49
4.5	Selección de equipos	50
4.5.1	Equipos involucrados en el diseño de la red	50

4.5.2	Consideraciones para la selección de equipos.....	51
4.5.3	Comparaciones para la elección de los equipos.....	51
4.5.4	Especificaciones técnicas.....	55
4.6	Direccionamiento IP.....	56
4.6.1	Direcciones Públicas y Privadas.....	56
4.6.2	Asignación de direcciones IP para el Mini-Telecentro	57
4.7	Seguridad en la red.....	59
4.7.1	Firewall.....	59
4.7.2	Servidor Proxy.....	60
4.8	Sistema de puesta a tierra	60
4.8.1	Funcionalidad de la puesta a tierra.....	61
4.8.2	Enlace equipotencial a tierra de Telecomunicaciones	61
4.8.3	Pozo a tierra.....	63
4.8.4	Protección contra descargas atmosféricas	64
4.9	Sistema de Aire Acondicionado.....	64
4.10	Suministro Eléctrico	66
4.10.1	Sistemas Fotovoltaicos	66
4.10.2	Dimensionamiento del Sistema	66
4.11	Presupuesto de la red	70
4.12	Presupuesto final del Mini-Telecentro	72
4.13	Análisis de sostenibilidad del Mini-Telecentro	73
4.14	Pruebas de laboratorio.....	76
4.14.1	Funcionamiento del firewall	76
4.14.2	Conexión a Internet.....	81
4.14.3	Servicio de VoIP.....	83
	CONCLUSIONES.....	86
	RECOMENDACIONES.....	87
	BIBLIOGRAFÍA.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de Madre de Dios [3].....	3
Figura 1.2: Ubicación de Santa María [6].....	5
Figura 2.1: Presencia de Telecentros y Mini-Telecentros en el mundo. [16]	12
Figura 2.2: Evolución de los protocolos de cifrado [26]	18
Figura 2.3: Esquema de la red del Mini-Telecentro.....	23
Figura 3.1: Resumen del proceso	27
Figura 3.2: Cableado estructurado [29].....	30
Figura 3.3: Conector RJ45.....	31
Figura 4.1: Diseño exterior del Mini-Telecentro [31].....	36
Figura 4.2: Distribución de ambientes del Mini-Telecentro [31]	39
Figura 4.3: Cableado usando tuberías [32]	41
Figura 4.4: Distribución completa de la red del Mini-Telecentro	46
Figura 4.5: Esquema de conexión	62
Figura 4.6: Barra de tierra principal de telecomunicaciones.....	62
Figura 4.7: Instalaciones de puesta a tierra	63
Figura 4.8: Prueba de firewall e interconexión de subredes.....	77
Figura 4.9: PC con IP 10.0.4.5.....	78
Figura 4.10: PC con IP 10.96.246.17	78
Figura 4.11: Conectividad de PC en “vlan2” hacia PC en “ciscoLAB”	78
Figura4.12: Conectividad de PC en “ciscoLAB” hacia PC en “vlan2”	79
Figura 4.13: Búsqueda de archivo en “ciscoLAB”	79
Figura 4.14: Inicio de transferencia desde “ciscolab” (10.96.246.17) hacia “vlan2” (10.0.4.5)	80
Figura 4.15: Interfaz de consola del Switch.....	81
Figura 4.16: Conexión a Internet.....	82
Figura 4.17: Velocidad de conexión e interfaz de consola del router	83
Figura 4.18: Inicio de llamada desde Katty hacia Manolo	83
Figura 4.19: Recepción de llamada por Manolo desde Katty	84
Figura 4.20: Pantalla de Katty en comunicación con Manolo	84
Figura 4.21: Pantalla de Manolo en comunicación con Katty	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Provincias de Madre de Dios [2].....	2
Tabla 2.1: Comparación entre Wi-Fi y WiMAX [23]	15
Tabla 2.2: Estándares Wi-Fi [22].....	17
Tabla 2.3: Estándares WiMAX [22]	20
Tabla 4.1: Capacidad de tuberías [32]	41
Tabla 4.2: Descripción de los centros de distribución	44
Tabla 4.3: Cálculo del consumo de ancho de banda.....	49
Tabla 4.4: Equipamiento del Mini-Telecentro	50
Tabla 4.5: Cuadro comparativo de ordenadores de escritorio [37]	52
Tabla 4.6: Cuadro comparativo de servidores.....	53
Tabla 4.7: Cuadro comparativo de routers	53
Tabla 4.8: Cuadro comparativo de switch de capa 2 de 24 puertos	54
Tabla 4.9: Cuadro comparativo de Teléfonos IP	54
Tabla 4.10: Firewall de tipo hardware	55
Tabla 4.11: Direcciones de subredes.....	58
Tabla 4.12: Direcciones del Mini-Telecentro	58
Tabla 4.13: Presupuesto de aire acondicionado	65
Tabla 4.14: Consumo en watts	67
Tabla 4.15: Irradiación solar en el Perú [50].....	67
Tabla 4.16: Presupuesto de equipos	71
Tabla 4.17: Presupuesto de cables en soles.....	72
Tabla 4.18: Presupuesto para el Mini-Telecentro.....	73
Tabla 4.19: Egresos por servicios básicos	74
Tabla 4.20: Egresos por mantenimiento interno.....	74
Tabla 4.21: Tarificación de los servicios	75
Tabla 4.22: Ingreso mensual	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Nota: Lo anexos están grabados en el CD de acuerdo a la siguiente disposición:

ANEXO 1: Configuración del firewall realizada en la primera prueba

ANEXO 2: Cotización de paneles solares y baterías

ANEXO 3: Plano de distribución de ambientes dentro del Mini-Telecentro

ANEXO 4: Hojas de datos o especificaciones técnicas



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la utilización de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) ha agilizado enormemente el desarrollo económico, productivo, educativo y social. Alrededor del mundo, innumerables empresas e instituciones, dedicadas a diversos rubros de la industria y las comunicaciones, conciben a las TICs como la herramienta fundamental que incrementa la eficiencia de sus actividades. Asimismo, la educación viene siendo altamente beneficiada con el uso de estas tecnologías, ya que permite el acceso a la información actualizada y a la comunicación simultánea con cualquier parte del mundo. En el Perú, la introducción de estas tecnologías se concentra en mayor cantidad en zonas desarrolladas, que cuentan con los equipos necesarios y están capacitados adecuadamente para la utilización de estas tecnologías, siendo así el caso de Lima, la capital de nuestro país. Por otro lado, la inserción de estas tecnologías en zonas rurales es muy lenta en comparación a como se da en la capital, y más lentas aún en la zona selvática. Esta situación ocasiona que las poblaciones de esta región se encuentren aisladas y vean limitadas sus posibilidades de progreso, pues con pocas vías de acceso y sistemas de comunicación poco eficientes deben contender las situaciones contrarias para sostener el bienestar de su población.

De acuerdo a este contexto, los Telecentros aparecen como una alternativa de solución para los problemas mencionados y se conciben con el objetivo de promover el desarrollo humano y comunitario de la localidad a la que brinda el servicio. En los últimos años estos Telecentros vienen siendo implementados en diversas zonas rurales de América Latina y otras partes del mundo y se ha obtenido buenos resultados. Un Mini-Telecentro se basa en el mismo principio que un Telecentro, la diferencia reside en el dimensionamiento arquitectónico, pues está dirigido a poblados pequeños en zonas rurales; la cantidad de servicios y el tipo de servicios que brinda se adecuan a las actividades propias de la población del lugar.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS

El contenido de este capítulo se centrará en la descripción de los aspectos más importantes de la Región Madre de Dios así como de la localidad de Santa María donde se desarrollará el tema de estudio.

1.1 Características generales de la región Madre de Dios

A continuación se presentan datos de ubicación y características resaltantes de la Región Madre de Dios.

1.1.1 Localización

El departamento de Madre de Dios se ubica en la parte sur oriental del Perú, en el hemisferio sur meridional, entre los paralelos 11°21'15" y 12°43'30" latitud sur y los meridianos 69°10'35" y 72°22'00" longitud oeste del meridiano de Greenwich. Es un departamento íntegramente selvático y posee una superficie territorial de 85300.54 km² que representa el 6.63% del territorio nacional. Este departamento limita por el norte con Ucayali y la República de Brasil con 314Km de frontera internacional, por el sur limita con las regiones de Puno y Cusco, por el este con la República de Bolivia con 270Km de frontera internacional y al oeste con las regiones de Cusco y Ucayali. [1]

1.1.2 División política

La Región Madre de Dios está dividida en 3 provincias: Tambopata, Manu y Tahuamanu, cada provincia está dividida en diferentes distritos. Su capital es la ciudad de Puerto Maldonado ubicada en el distrito de Tambopata en la provincia de Tambopata.

Tabla 1.1: Provincias de Madre de Dios [2]

Provincias	Población 2001	Superficie km ²	Nº distritos	Densidad poblac.
Tambopata	53 825	36 268,49	4	1,48
Manu	16 722	27 717,26	3	0,60
Tahuamanu	7 702	21 196,88	3	0,36
Total	78 249	85 182,63	10	0,92

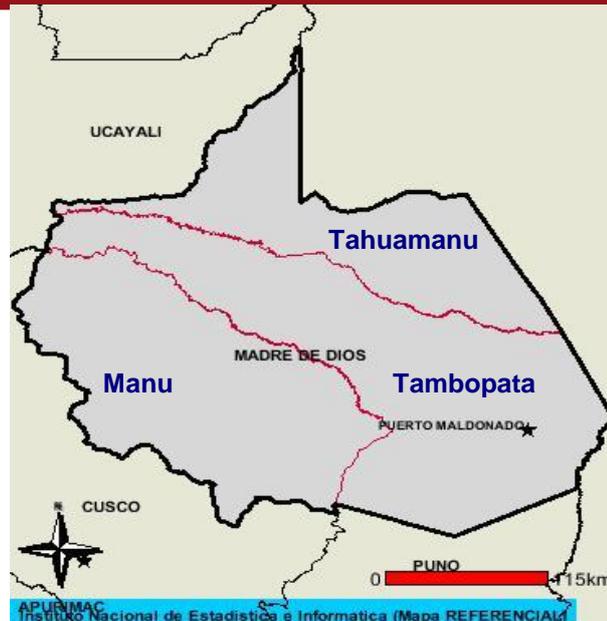


Figura 1.1: Mapa de Madre de Dios [3]

1.1.3 Clima y geografía

El clima de Madre de Dios es tropical: cálido, húmedo y con abundantes precipitaciones anuales. La temperatura promedio en Puerto Maldonado es de 26°C, las máximas llegan a 38°C entre agosto y setiembre; las mínimas alrededor de 8°C cuando reciben la influencia de masas de aire frío provenientes del sureste del continente americano, lo que es conocido como época de “friaje”. La geografía de esta región es variada, ya que su territorio meridional es accidentado debido a los contrafuertes de la cordillera de Carabaya, el norte y centro pertenecen a la selva baja cuyo relieve es llano sin accidentes geográficos importantes. El territorio del departamento está cruzado por una densa red hidrográfica que tiene como eje el río de Madre de Dios y sus afluentes los ríos Manu, Inambari y Tambopata. [1]

1.1.4 Población

Según la INEI en el censo nacional del 2007, la población de Madre de Dios fue de 109,555 habitantes con una población urbana de 80,309 y una población rural de 29,246. Del total de pobladores censados de la región el 66.19% son mayores de 15 años. La tasa de analfabetismo de este sector de la población es de 3.1% y los que tienen primaria completa representan el 20.6%. [3]

1.1.5 Actividades económicas

Madre de Dios es una de los departamentos con menor desarrollo económico del país debido a su aporte de 0.4% al PBI nacional, según estimaciones del INEI para

el 2001. La minería es la principal actividad económica de la población, con un aporte de 35.2% al PBI departamental. La comercialización aurífera es la actividad más importante de esta región y se divide en tres procesos: el primero son los pequeños productores quiénes venden el oro a los acopiadores en las zonas comerciales o de producción a cambio de víveres o insumos, el segundo lo forma el grupo de acopiadores quiénes venden el oro a los traders que se ubican en Puerto Maldonado, Cusco o en el mismo centro de producción; finalmente el tercero son los traders que trasladan el oro hasta Lima y se abren mercado en el extranjero con lo cual finaliza el ciclo de comercialización. Cabe resaltar que los grandes productores prefieren ahorrar la comisión del acopiador y vender el oro directamente a los traders. Los pobladores de Madre de Dios también desarrollan otras actividades económicas, entre ellas está la producción de JEBE el cual se extrae generalmente de la provincia de Tahuamanu - Iñapari, la pequeña producción es almacenada en Iberia y luego es trasladada vía aérea hacia los mercados de Cusco y Lima. Otra actividad muy importante es la extracción de MADERA que proviene de las zonas cercanas a los ríos Madre de Dios, Pariamanu, Las Piedras y Tambopata, la madera es almacenada en grandes establecimientos en Puerto Maldonado para luego ser comercializada en los mercados de Arequipa, Lima, Cusco, Puno, Moquegua y Tachna. Finalmente se encuentra la recolección de CASTAÑA generalmente en los distritos de Tambopata y de las Piedras, después de un proceso de secado, descascarado y clasificación la castaña es trasladada a Lima y Arequipa para su acabado final y luego es comercializada en el mercado Nacional e Internacional. [4]

1.2 Descripción de la localidad de Santa María

La localidad de Santa María es el poblado del departamento de Madre de Dios, en donde se llevará a cabo el desarrollo del presente estudio, para lo cual es necesario conocer las características físico-geográficas y socio-económicas más importantes. La información, que se presenta en las siguientes líneas, fue obtenida a través de entrevistas realizadas personalmente a las personas responsables de cada sector en la localidad de Santa María.

1.2.1 Ubicación

El poblado de Santa María pertenece al distrito de Las Piedras que se ubica en la provincia de Tambopata en el departamento de Madre de Dios. Se ubica entre Puerto Maldonado e Iberia al este de Madre de Dios, su posición es S 11 53.664 W

69 00.380 y su elevación 229 metros [5]. En la gráfica se observa a Santa María encerrada en un cuadrado lila muy cerca a Bolivia.

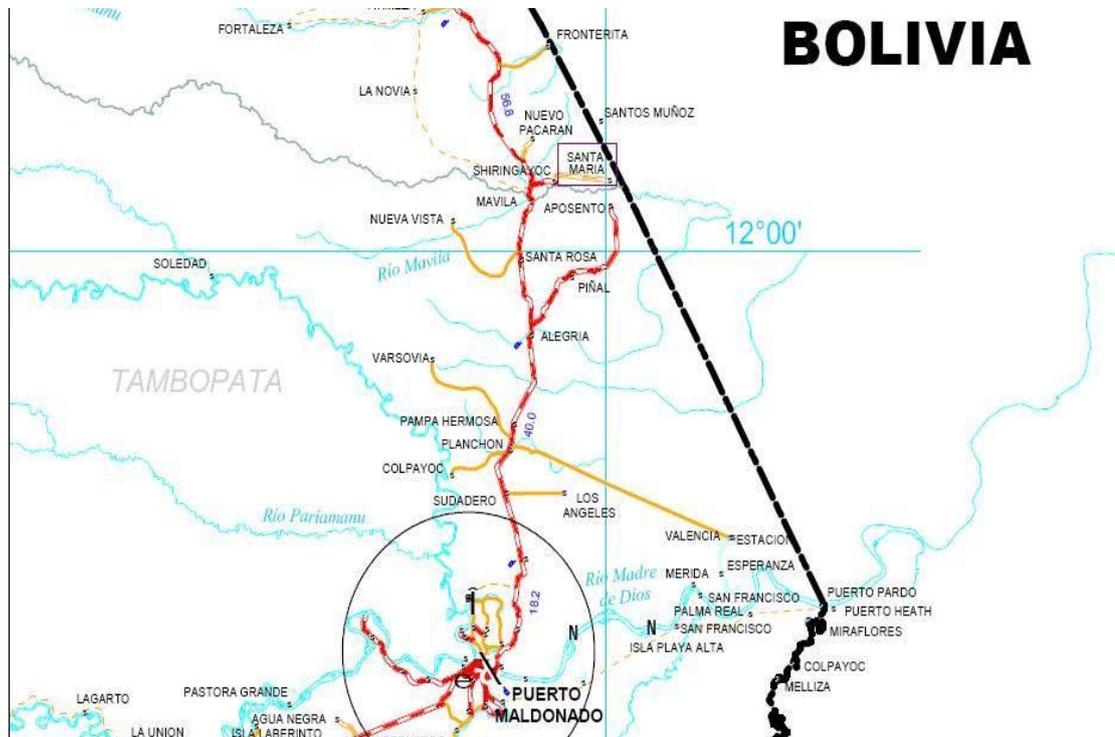


Figura 1.2: Ubicación de Santa María [6]

1.2.2 Población

La localidad de Santa María está compuesta por aproximadamente 40 familias de donde se obtiene un total de 138 pobladores [5]. De este total, solo 12 son niños, los demás pobladores son jóvenes y adultos que se dedican a las actividades productivas y económicas de su localidad.

1.3 Situación actual de los sectores principales de Santa María

Se va a tocar este tema como un punto aparte por su mayor grado de importancia, ya que refleja las condiciones actuales en las que se desarrolla la población de Santa María.

1.3.1 Sector salud y servicios básicos

La localidad de Santa María cuenta con un Centro de Salud que es atendido por una sola persona. En este lugar se tratan las enfermedades más frecuentes como las infecciones respiratorias, micosis entre otras. Estas enfermedades son el producto de las condiciones deplorables en las que vive la población y las actividades productivas que se realizan al interior de la selva.

Acerca de sus servicios básicos podemos decir que carecen en su totalidad de ellos, pues en vez de agua potable utilizan el agua proveniente del río, la cual llega hacia la localidad a través de una motobomba, el tratamiento que se le da a esta agua es el de clorificación. Carecen también de una vía de desagüe en cambio utilizan silo y letrina. El fluido eléctrico está totalmente ausente, pese a que cuentan con instalaciones de alumbrado público que evidentemente están inactivas. Para utilizar elementos que requieren de energía eléctrica, los pobladores se apoyan en el uso de baterías y paneles solares, cuya cantidad en esta localidad es mínima. Actualmente se está desarrollando un proyecto que tiene como objetivo extender la red eléctrica desde el pueblo de San Gabán (Puno) para abastecer de energía eléctrica continua a la región Madre de Dios, esto significaría un progreso considerable en la localidad. [5]

1.3.2 Sector educación

Este sector se encuentra representado por la existencia de un único colegio en la localidad de Santa María, se trata de la Institución Educativa que lleva el mismo nombre de la localidad, su estructura educativa alberga el nivel de primaria con una población de 12 alumnos, se ubica en la parte más elevada del lugar y cuenta con una reducida área de terreno. Las altas temperaturas propias de la zona y la mala infraestructura de este colegio generan una gran incomodidad para los alumnos y la profesora que desarrollan sus actividades en este colegio. El centro educativo es dirigido solo por una maestra debido a la cantidad de alumnado, cabe señalar que las clases se desarrollan en el turno de la mañana. Este colegio es una muestra del poco interés por parte de las autoridades, ya que se encuentra en deplorables condiciones, la infraestructura está deteriorada y los muebles dentro del aula de clase se encuentran en mal estado. Recientemente se adquirió una computadora, pero esta se encuentra no operativa, pues no existe el servicio de fluido eléctrico necesario para su instalación. Los servicios básicos están ausentes en el colegio al igual que en toda la zona de Santa María. [5]

1.3.3 Sector económico y productivo

Generalmente los pobladores de la Región Madre de Dios basan su actividad productiva en la extracción de madera, oro y castañas. En el caso de Santa María solo se realiza extracción de castañas. Los pobladores de esta localidad son recolectores de castañas que cuentan con terrenos que van desde 100 a 220 hectáreas de terreno. Desafortunadamente, debido a las condiciones viales, la

comercialización y consumo de la castaña se da tan solo a nivel local. Básicamente esta es la actividad sobre la cual el pueblo establece su economía. [5]

1.4 Actuales medios de comunicación e información en Santa María

La radiocomunicación es el principal medio de comunicación para los pobladores de Santa María. A pesar de ser el principal medio de comunicación, existe solo un equipo de radio, el cual se encuentra en el centro de salud. Para comunicarse con el resto de poblaciones que no cuentan con este medio es necesario realizar visitas que implican inversión de tiempo y dinero.

Los medios de información se ven representados por la presencia de varias antenas parabólicas en las viviendas de esta localidad, estas antenas colocadas por la empresa Telefónica del Perú con el servicio Cable Mágico Satelital brindan el servicio de Televisión Satelital, es a través de este servicio que la población se mantiene informada de los hechos que acontecen en el interior y exterior del país, además es una herramienta de entretenimiento y culturización. Es decisión de cada persona la elección del tipo de contenidos que se quiere ver. Otra forma de obtener información en esta zona es a través del uso de altavoces y reuniones comunales. [5]

1.5 Identificación de la problemática

Las poblaciones más alejadas de la capital de Madre de Dios, como Santa María y sus alrededores, cuentan con escasos e ineficientes servicios y herramientas de acceso público a la información y comunicación. Esta situación obstaculiza la explotación de los beneficios que brinda el acceso a Internet y la comunicación con otras personas en tiempo real, ambos aspectos aíslan a los pobladores de la zona y retarda su desarrollo tecnológico. Si bien existen algunos servicios de acceso a la información y comunicación, éstos se deterioran con facilidad y este hecho cae por cuenta del gobierno de la zona e incluso el gobierno regional, quienes tienen una baja cultura con respecto a las Tecnologías de información y Comunicación, lo que trae consigo una pobre acción de manejo y gestión sobre la tecnología y le otorga una precaria sostenibilidad a los servicios tecnológicos.

Los pobladores de Santa María tienen una capacidad de desarrollo local incipiente. Los medios de acceso a la “información” que se presentan en la zona están planteados con objetivos únicamente comerciales, tal es el caso de la televisión satelital, lo que impide un desarrollo comunitario en materia tecnológica y el ingreso a la sociedad de la información.

CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE LAS TICs EN ZONAS RURALES A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICAS E INALÁMBRICAS

2.1 Aplicaciones de las tecnologías de Información y Comunicación (TICs)

En la actualidad se presentan una serie de tecnologías que facilitan el desarrollo de proyectos orientados a la integración de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) en zonas rurales. La selección de las tecnologías aplicadas en este caso depende directamente de las necesidades de la población y el presupuesto con el que se cuenta, además de las características físico-geográficas de la zona donde serán aplicadas.

Las tecnologías de la información y comunicación son aplicadas también al aprendizaje basado en problemas (ABP) que es un método utilizado en la mayoría de instituciones y casa de estudios para incentivar al alumno a investigar por su cuenta los aspectos necesarios para encontrar la solución adecuada a problemas que se le plantean, por esta razón el uso de las TICs está altamente involucrado. Estudios actuales han demostrado que el ABP y su aplicación con TICs [7], estimula el pensamiento crítico y mejora el desempeño, incrementando las habilidades para la búsqueda de información, organización, interpretación y solución de problemas. Además, el estudiante desarrolla la comunicación, el trabajo en equipo [8] y mejora su autoestima y la satisfacción hacia lo aprendido. [9]

Una de las aplicaciones de las TIC en el mundo actual es con respecto a la salud. Las TIC abren un abanico de oportunidades inmenso en el mundo sanitario que es necesario explotar, mejoran la calidad percibida y la calidad real de los servicios sanitarios además mejoran la accesibilidad y redundan en una sanidad más equitativa. Antes de la implementación de cualquier aplicación de TIC al ámbito salud, es precisa la planificación de la infraestructura necesaria. El aporte que hace el uso de las TICs en este sector se basa en los cambios funcionales que mejoren la calidad, el acceso a los servicios, a los conocimientos y a los medios disponibles en la medicina que incrementen la capacidad de toma de decisiones teniendo como base una mejor información de profesionales y de la población para paliar la gran asimetría de información entre médicos y pobladores. El uso de las TIC permite manejar la información sanitaria en beneficio de la propia asistencia de la investigación y la docencia además de una gestión de los recursos más eficiente [10]. Otra aplicación existente es el uso de las TICs en el sector productivo, pues estas aparecen como herramientas claves para la difusión y el aprovechamiento del conocimiento, permitiendo el desarrollo de profundos cambios en las formas de

organizar la producción, y dando espacio a procesos de desconcentración y relocalización de actividades productivas. Cabe destacar el rol de los aspectos organizacionales al interior de los agentes y de la importancia de los recursos humanos como elemento clave para el aprovechamiento del uso de TICs. Se tienen evidencias logradas en casos de Europa y América Latina.

Como se observa la aplicación de las TICs en cualquier sector de la sociedad es de suma importancia, pues se encuentra implícita la evolución de la sociedad en la que se desarrolla, por esta razón debemos tener en cuenta representaciones importantes de las TICs como son los Telecentros y Minicentros, en este estudio se enfocará a uno de ellos que son los llamados Minicentros, los cuales, son lugares cómodos y públicos creados para ser implementados en zonas rurales, el núcleo de esta aplicación radica en la inclusión de las Tecnologías de Información y Comunicación con el objetivo de acercar a la población a la más amplia información e incentivar el desarrollo de proyectos y actividades que contribuyan al progreso integral de los pobladores. El desarrollo de esta aplicación dispone de ciertas tecnologías modernas para la implementación de la red interna del Minicentro como es el caso de las redes de área local LAN para lograr la conectividad de equipos dentro de un área reducida, estas a su vez implican una tecnología aún más eficiente que es WLAN que son las mismas redes de área local pero inalámbricas, de ésta se desprenden dos tecnologías personalizadas que son la WiFi y la WiMAX ambas con ventajas y desventajas, la elección de una de ellas depende del contexto en el que se desarrolle la aplicación. Finalmente, la interconexión entre redes de áreas locales conforma una red más grande que es la WAN cuyo máximo representante es Internet.

2.1.1 Tecnologías de Información y Comunicación

Son un conjunto de tecnologías que posibilitan la adquisición de datos, el almacenamiento, y tratamiento de los mismos, presentación de la información de forma visual y auditiva, interacción por voz, video e imágenes además de la comunicación eficiente a través de diversas metodologías. Estas tecnologías han permitido facilitar la interconexión entre las personas e instituciones a nivel mundial en tiempo real, eliminando barreras espaciales y temporales. [11]

2.1.2 Zonas rurales

Zonas que presentan condiciones topográficas dificultosas para el acceso y desarrollo, condiciones climáticas adversas. Su economía se basa en actividades propias del lugar como la agricultura, la pesca, la ganadería. Por lo general, estas

zonas sufren la falta parcial o total de los servicios básicos públicos obstaculizando el bienestar de su población. [12]

2.1.3 Telecentro y Mini-Telecentro

El Telecentro es un espacio físico de encuentro y comunicación de carácter público situado en un contexto comunitario, generalmente en poblaciones rurales. Éste espacio utiliza las Tecnologías de Información y Comunicación como herramienta de trabajo para mejorar las condiciones de vida de las comunidades en zonas desfavorecidas, además de apoyar las iniciativas que a través de esta herramienta puedan llevar a cabo sus pobladores con el objetivo de lograr su participación efectiva en la sociedad de la información. Este lugar cuenta con acceso a Internet, garantiza una conexión eficaz y de buena calidad. El uso libre de los equipos, los cursos de capacitación en informática básica, talleres y demás servicios son ofrecidos a la población para contribuir al desarrollo de la misma en las áreas de educación, salud, medio ambiente, negocios, sociedad e individuos. Es autosostenible sobre una estructura de servicio comercial que va vinculada a una estructura de libre acceso para colegios. Los Mini-Telecentros son lugares confortables con el mismo propósito y los mismos servicios que los Telecentros, pero a diferencia de éstos tienen una capacidad reducida de equipamiento e infraestructura, ya que se establece en zonas rurales con bajo número de población y además los servicios que brindan están orientados a las actividades específicas que se realizan en la zona donde se establece el Mini-Telecentro, es decir, la atención es personalizada. [14][15][19]

2.1.4 Antecedentes y experiencias

En zonas rurales el intercambio de comunicación se da generalmente mediante el teléfono público y las radios RF, aunque en zonas de difícil acceso ni siquiera se cuenta con este servicio, lo cual, aísla completamente a esas zonas y sus pobladores. En los últimos años la implementación de Telecentros y Mini-Telecentros, en zonas rurales, se ha incrementado alrededor del mundo.

Se tienen experiencias de Telecentros en Colombia, desde marzo del 2006 se vienen acercando a los poblados menos favorecidos a las nuevas tecnologías de información y comunicación contribuyendo a cerrar la brecha digital. Cuentan con espacios amplios y cómodos, poseen profesionales de enseñanza. Algunos ejemplos son: Portales Interactivos ETB, Parque Informático de Arte Ciencia y Tecnología “Carlos Alban”, Telecentro Florida, Telecentro Municipal Samancá. [17]

Otro caso se expresa literalmente: “El Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela, a través de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones continúa desarrollando y evaluando su proyecto “Puntos de Acceso” (Telecentros). Estos Telecentros ofrecen servicios de telecomunicaciones y facilitan el acceso a la información y a la utilización de recursos informáticos con una visión de integración social y colectiva. Además, dichos Telecentros están diseñados para propiciar la inclusión y acceso a los ciudadanos a la comunicación, información y capacitación.” [18]

También encontramos casos de establecimientos de Mini-Telecentros, como muestra el poblado de Belén en Catamarca, Argentina, donde se ha implementado un Mini-Telecentro para que los artesanos y pobladores en general puedan tener acceso a las TICs. El objetivo de esta experiencia es trabajar con los artesanos del lugar para evitar la desaparición de su trabajo a través de las TICs, la preocupación de que la artesanía en esta zona desapareciera era debido a que las generaciones más jóvenes no valoraban este tipo de actividad. La falta de acciones conjuntas y la razón más importante que motivó este proyecto fue el total desconocimiento de las TICs. Afortunadamente, luego de establecido este Mini-Telecentro se han obtenido importantes logros como la inserción de los jóvenes en su comunidad, la formalización de las actividades económicas a través de asociaciones o cooperativas, el incremento de producción, entrada a nuevos mercados lo que equivale a mayores ingresos para estos sectores entre otros. Los artesanos de Belén ya reciben consultas sobre sus productos así como pedidos de compra desde diversas partes del mundo a través de correos electrónicos. [19]

En el gráfico que se muestra a continuación podemos observar la presencia de Telecentros y Mini-Telecentros distribuidos alrededor del Mundo. El mayor porcentaje de implementación de estas aplicaciones se encuentra en los continentes de Asia y África con el 33% y 37% respectivamente. El 30% que resta se divide en pequeños porcentajes que incluyen a América del Norte, Centro y Sur, asimismo Oceanía y un pequeño porcentaje el Caribe y Europa. Cabe resaltar que en este grupo el que tiene mayor porcentaje de presencia de Telecentros y Minicentros es Sudamérica con el 13%.

Mapa y Gráfico: Distribución de Telecentros

Fuente: Digital Dividend Clearinghouse

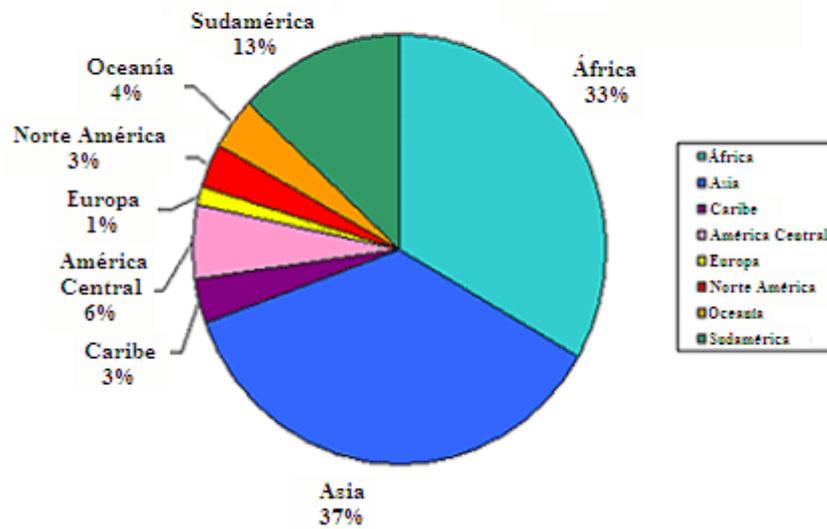


Figura 2.1: Presencia de Telecentros y Mini-Telecentros en el mundo. [16]

2.2 Tecnologías útiles para la comunicación alámbrica

Las redes de datos se desarrollan como consecuencia de la necesidad de compartir información electrónica a largas distancias, pero no usando los dispositivos antiguos como diskettes o cd's que tienen baja capacidad para almacenar información sino un medio más grande con amplia capacidad.

2.2.1 Redes de área local (LAN)

Son redes que se encargan de la interconexión de varios ordenadores y periféricos, dentro de un área físicamente limitada puede ser un edificio o un área geográfica de corta distancia. Estas redes forman un sistema de comunicación que permite compartir información entre computadoras personales y estaciones de trabajo, además cuenta con una baja tasa de errores, baja suma de retardos temporales y su velocidad de transmisión está entre 1 Mbps y 100Mbps [20].

Las redes locales necesitan hardware y software para la interconexión de los dispositivos y el tratamiento de la información, pues se podría caer en una redundancia de hardware, tal como tener una impresora por cada ordenador, al realizar una acción que es común a todos los ordenadores que son parte de la misma red.

Utilizan tecnología broadcast, que consiste en un paquete de datos enviado a todos los nodos de una red, en este caso es la distribución de señales audibles y visuales

(videos) que se transmiten por software a un sector público. Uno de los modelos más aceptados y menos complejos para estas redes LAN es el de TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet) que cuenta con 5 capas: física, de enlace, de red, de transporte y de aplicación. Este modelo es una combinación que define una forma de cómo los ordenadores en una red se pueden comunicar mediante el intercambio de paquetes [21].

El diseño e implementación adecuada de una LAN optimizan los sistemas informáticos de una organización privada con gran cantidad de datos, haciendo más rápida la transmisión y recepción, el acceso a base de datos, servidores y haciendo que el sistema sea más confiable.

2.2.2 Medios guiados

Los medios guiados proporcionan un camino físico a través del cual la señal se propaga, estos medios pueden ser el cable de par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica. El par trenzado ha sido el medio más utilizado en las comunicaciones de cualquier tipo desde hace mucho tiempo. Con el cable coaxial se logran mayores velocidades y se aplica en troncales de alta capacidad, sin embargo, la capacidad de la fibra óptica está desplazando al cable coaxial, copando gran parte del mercado de las LAN de alta velocidad.

Las características y calidad de la transmisión se determinan por el tipo de señal y por las características del medio de transmisión.

- **Cable de par trenzado sin apantallar**

Este tipo de cable también llamado UTP (Unshielded Twisted-Pair) es un medio de red común. Se compone de cuatro pares de hilos de cobre finos cubiertos con aislantes plásticos de distintos colores y trenzados en conjunto. La ventaja de este cable es que tiene un diámetro pequeño y no requiere conexión a tierra, es el tipo de cable más sencillo de instalar y soporta las mismas velocidades que otros cables de cobre. Su desventaja es que es susceptible al ruido eléctrico y las interferencias. Se resumen las características de cables UTP a continuación:

Velocidad de transferencia: 10 a 100 Mbps

Longitud máxima del cable: 100 metros

Los UTP más utilizados son:

Categoría 1 (CAT1): Útil en comunicaciones telefónicas

Categoría 2 (CAT2): Transmite datos a velocidades mayores a 4Mbps

Categoría 3 (CAT3): Útil en redes Ethernet 10BaseT, hasta 10Mbps

Categoría 4 (CAT4): En redes Token Ring, hasta 16Mbps

Categoría 5 (CAT5): En redes Fast Ethernet, hasta 100Mbps

Categoría 5 (CAT5e): En redes Gigabit Ethernet, hasta 1000Mbps

- **Cable coaxial**

Consta de un conductor de cobre, aislante de plástico, pantalla de cobre trenzada, cubierta exterior. Se utiliza frecuentemente en redes Ethernet y su costo es mediano. A continuación algunas de sus características.

Velocidad de transferencia: 10 a 100 Mbps

Longitud máxima del cable: 500 metros

- **Cable de fibra óptica**

Es un medio de red que utiliza luz modulada para la transmisión de datos a través de hilos de vidrio. Existen dos tipos básicos de fibra óptica, multimodo y monomodo. Muchas de las características de los medios de fibra óptica son superiores a las de cobre, por lo cual su precio es elevado. Algunas características a continuación:

Velocidad de transferencia: Más de 1Gbps

Longitud máxima del cable: Más de 10Km para el monomodo, hasta 2 Km. para el multimodo.

2.3 Tecnologías útiles para comunicación inalámbrica

Ya se han visto las tecnologías actuales para la comunicación a través de un medio guiado o cables. En este espacio se explicará sobre aquella comunicación que no requiere estos medios físicos, sino que utiliza tan solo el aire para la transmisión.

2.3.1 Red de área local inalámbrica WLAN

Las redes de área local inalámbricas (WLANs) son un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible que utiliza tecnología de radiofrecuencia, de este modo los usuarios gozan de mayor movilidad. La comunicación se produce a través de puntos de acceso por medio de ondas de radio para llevar la información de un punto a otro sin un medio físico guiado. Estas redes son una solución tecnológica muy interesante en las comunicaciones inalámbricas de banda ancha, la cuales tienen un amplio rango de frecuencias que están disponibles para transmitir información. Se caracterizan por trabajar en bandas de frecuencia que generalmente no necesitan licencias de operación, lo cual la permite competir con otro tipo de tecnologías inalámbricas como UMTS y LMDS. Todo esta regulado para un uso adecuado y eficiente del espectro radioeléctrico. [22]

Aunque inicialmente las WLAN hayan sido diseñadas para el sector empresarial, en la actualidad tienen aplicaciones públicas y privadas que involucra desde un simple

contexto residencial y del hogar hasta grandes redes corporativas, incluyendo ciudades donde se tienen redes inalámbricas libres para acceso a Internet. Las alternativas de tecnologías de este tipo más conocidas en la actualidad son WiFi (Wireless Fidelity) y WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), ambas tecnologías son utilizadas para la transmisión de datos cubriendo grandes distancias a través de sus configuraciones.

Tabla 2.1: Comparación entre Wi-Fi y WiMAX [23]

Tecnología	WiFi	WiMAX
Estándares	(802.11xxx)	(802.16xxx)
Velocidad de Transferencia de datos	54Mbps	70 Mbps
Cobertura punto a punto	10 Km	50 Km
Cobertura punto-multipunto	100 m	11Km
Condición	Línea de vista necesaria	No siempre necesita línea de vista

Debido a la amplitud de estas dos tecnologías WiFi y WiMax, se tratará cada una por separado brindando información sobre sus características, estándares y seguridad.

2.4 WiFi

Wi-Fi es el acrónimo de Wireless Fidelity (fidelidad inalámbrica), también se le llama IEEE 802.11b este término fue dado por la WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) que es una organización que reagrupa a los principales proveedores de equipos y software inalámbricos con la finalidad de garantizar la interoperabilidad de productos Wi-Fi y para difundir Wi-Fi como estándar global para redes locales inalámbricas en todos los mercados. Los productos certificados Wi-Fi por WECA operan entre sí sin importar que fabricante sea. Un usuario con un producto Wi-Fi puede utilizar un punto de acceso de cualquier marca con un cliente hardware de cualquier otra marca, que haya sido diseñado para funcionar como WiFi [24]. Esta tecnología es una de las más usadas, ya que permite el fácil acceso seguro a Internet sin cables a una alta velocidad.

Las ventajas de utilizar esta tecnología es que funciona en regiones del espectro sin licencia, lo cual, facilita enormemente su puesta en marcha. Otra visible ventaja es que permite a las redes LAN ser desplegadas sin cables para mayor movilidad y

comodidad. Al igual que ventajas también se presentan desventajas como el rango limitado de alcance, la limitación de conexión o las reducciones de velocidad de transmisión ocasionada por las desviaciones en los estándares.

Existen tres principales variantes del estándar 802.11 que son comunes en las WLAN. Estas son 802.11b, 802.11g y 802.11a, los dos primeros tienen características compatibles, el tercero opera en una diferente banda de frecuencia y mientras puede existir en una WLAN sus componentes no lo harán con los estándares 802.11b y 802.11g. [25]

2.4.1 Estándares

- **Estándar 802.11**

Corresponde a las LAN inalámbricas y ofrece la transmisión a 1Mbps o 2Mbps en la banda de 2.4GHz mediante expansión de espectro por salto de frecuencia (FHSS) o expansión de espectro por secuencia directa (DSSS). [24]

- **Estándar 802.11b**

El 802.11 WiFi de alto rendimiento es una extensión de 802.11 para LAN inalámbricas y permite conexiones con tasas de transmisión de hasta 11Mbps en la banda de los 2.4GHz, además sólo usa DSSS. Este estándar fue publicado en 1999 y ha sido ampliamente adaptado por manufacturas e infraestructuras como los “access point”, “routers” y “bridges”, al igual que proveedores de laptops, desktops y PDA’s. Cabe señalar que 802.11b fue al inicio una mejora del 802.11 que se hizo para permitir que la funcionalidad inalámbrica fuera análoga a las conexiones Ethernet cableadas. [25]

- **Estándar 802.11g**

Este estándar provee altas tasas de transferencia hasta 54Mbps en la banda de 2.4GHz y utiliza DSSS/FSSS además de multiplexado por división ortogonal de frecuencia OFDM. Éste estándar es compatible con 802.11b, esto quiere decir que cualquier dispositivo 802.11g esta habilitado para coexistir con dispositivos 802.11b. [24]

- **Estándar 802.11a**

Es una extensión del 802.11 específica para LAN inalámbricas, alcanza velocidad de transmisión de hasta 54Mbps en la banda de 5GHz, el método de codificación que utiliza es OFDM. A pesar de que 802.11a y 802.11b no son compatibles, es usual usar ambos en una Red de Empresa. La mayoría de usuarios usan 802.11b

mientras que a usuarios con poder son asignados a 802.11a, estas redes podrían cruzarse, pero aún así no podrían interoperar [25]. A continuación un resumen de estándares para Wi-Fi.

Tabla 2.2: Estándares Wi-Fi [22]

Estándar	802.11b	802.11a	802.11g
Organismo	IEEE	IEEE	IEEE
Finalización	1999	2002	2003
Banda de frecuencias	2,4 GHz (Posibles Interferencias por microondas o teléfonos inalámbricos)	5 GHz (Baja posibilidad de interferencia, podría darse con redes de 2,4GHz)	2,4 GHz (Posibles Interferencias por microondas o teléfonos inalámbricos)
Tasa máxima	11 Mbit/s	54 Mbit/s	54 Mbit/s
Costo	Barato	Relativamente caro	Relativamente barato
Rango Alcance	Buen rango de alcance. Típicamente de 30 a 40 metros en interiores, dependiendo del material y la forma de construcción	Menor alcance que 802.11b y 802.11g. Típicamente de 10 a 15 metros en interiores.	Buen rango de alcance. Típicamente de 30 a 40 metros en interiores, dependiendo del material y la forma de construcción
Compatibilidad	Ampliamente adoptado	Incompatible con 802.11b y 802.11g	Compatible con 802.11b. Incompatible con 802.11a

2.4.2 Seguridad

Utilizando esta tecnología todo el tráfico es accesible a un atacante, por lo que se necesitan servicios de seguridad necesarios tales como:

Autenticación: Es la identificación de usuarios autorizados

Confidencialidad: La información solo debe ser accesible a usuarios autorizados.

Integridad: La información no debe ser manipulada, debe mantenerse completa para que sea confiable.

Para mantener la seguridad de estas redes existen varias alternativas, las más conocidas son los protocolos de cifrado WEP y WPA. El protocolo WEP (Wireless Equivalent Privacy) provee un nivel de seguridad aceptable sólo para usuarios domésticos y aplicaciones no críticas, sin embargo debido a ataques se ha comprobado que este protocolo no es eficiente aún en esos campos, ya que presenta varias debilidades como el uso de claves estáticas, ausencia de control criptográfico de integridad, configuración predeterminada débil, autenticación de la estación mas no del usuario, autenticación unidireccional. Por esta razón se da paso al protocolo WPA creados para corregir las deficiencias del sistema WEP, cabe resaltar que no elimina el proceso de cifrado WEP sólo lo fortalece con una clave de 128 bits y un vector de inicialización de 48 bits. Actualmente existe el protocolo WPA2 basado en el nuevo estándar 802.11i, se puede decir que es la versión certificada de este estándar a diferencia de WPA que no incluía todas las características del estándar. La nueva versión WPA2 utiliza el algoritmo de cifrado AES (Advanced Encryption Standard) con el que será posible cumplir con los requerimientos de seguridad. A pesar de esta mejora en WPA2 es necesario mencionar que los productos certificados para WPA siguen siendo seguros según lo establecido en el estándar 802.11i. [26][27]

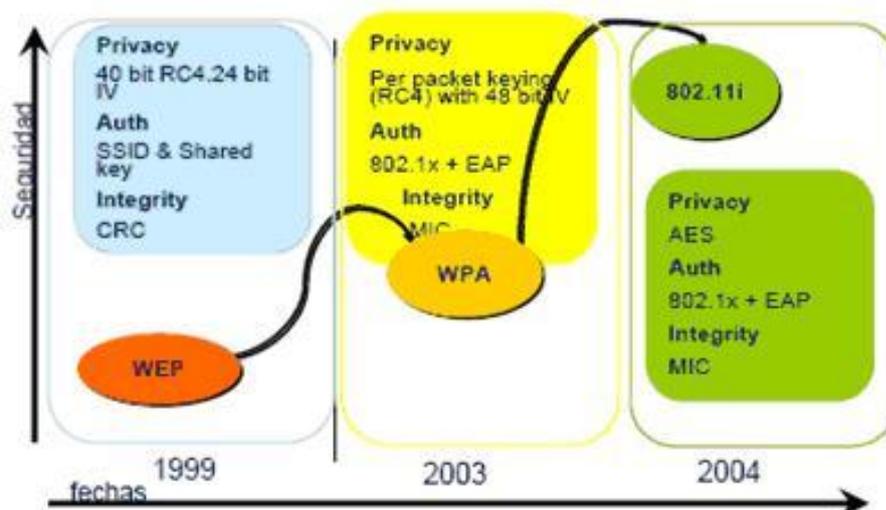


Figura 2.2: Evolución de los protocolos de cifrado [26]

2.5 WiMAX

WiMAX es el acrónimo de Worldwide Interoperability for Microwave Access, esta tecnología opera bajo el estándar 802.16a que es un subcomponente del estándar 802.16 referido a Wireless MAN (Wireless Metropolitan Area Network). Las redes WMANs cubren mayor distancia que las WLANs, conectan edificios y construcciones una a la otra incluso en una gran área geográfica. Esta tecnología provee capacidad suficiente en Ancho de Banda para su uso en servicios multimedia y transmisión de voz, brinda mayor cobertura que el WiFi, puede funcionar sin línea de vista y tiene alta eficiencia [26]. Las ventajas que tiene esta tecnología sobre Wi-Fi son mayor cobertura y velocidad de conexión, el protocolo de acceso es de concesión lo que evita colisiones, el uso del ancho de banda es más eficiente. Así como ventajas también se presentan algunas desventajas entre ellas el costo elevado de los equipos, el requerimiento de licencias para el uso del espectro que son costosas y difíciles de obtener. [28]

2.5.1 Estándares

- **Estándar 802.16**

Especifica dos capas convergentes de servicio que forman la base del protocolo, estas dos capas son ATM y Packet (IP). Este estándar se refiere a un sistema BWA (Broadband Wireless Access) de alta tasa de transmisión de datos y largo alcance (hasta 50 km), que permite trabajar en bandas del espectro tanto "licenciado" como "no licenciado". Las antenas sectoriales que se utilizan son adaptativas y permiten intercambiar ancho de banda por alcance. [22]

- **Estándar 802.16a**

Este estándar se enfoca en el espectro alrededor de los 10GHz. En Estados Unidos el espectro clave para 802.16 está en la banda MMDS, mayormente de 2.5 a 2.7GHz. Alrededor del mundo el estándar 802.16a es para la banda de 2 a 11 GHz desde que son vistos como un buen prospecto para servicios pequeños y residenciales. Se aplica en redes MAN con acceso inalámbrico de banda ancha. Es una ampliación del 802.16 con sistemas NLOS y LOS y protocolo PTP y PTMP. [28]

- **Estándar 802.16e**

El propósito de este estándar es adicionar movilidad, portabilidad y capacidad para clientes móviles IEEE. Usa Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM). [25]

Tabla 2.3: Estándares WiMAX [22]

Estándar	802.16	802.16a	802.16e
Organismo	IEEE	IEEE	IEEE
Publicación	2002	2003	2005
Banda de frecuencias	10-66GHz	2-11GHz	5-6GHz
Tasa máxima	32 - 134 Mbit/s con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbit/s con canales de 5 MHz
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16 ^a
Anchos de Banda	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
Rango Alcance	2 - 5 km	5 - 10 km	2 – 5 km
Funcionamiento	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)

2.5.2 Seguridad

La tecnología WiMAX soporta los algoritmos TDES de 128 bits y RSA de 1024 bits. El primero es un algoritmo simétrico que cifra bloques de texto, es inmune al ataque a la mitad del camino, pues duplica la longitud de la clave y triplica el número de operaciones de cifrado. El segundo es un algoritmo asimétrico cifrador de bloques con una clave pública y otra privada, su funcionamiento se basa en el producto de dos números aleatorios muy grandes para formar la clave de cifrado. [28]

2.6 Interconexión de redes de áreas locales

La interconexión entre LANs que se encuentran a grandes distancias lleva a la conformación de una nueva red denominada WAN (Red de Área Extendida). Es el

método más efectivo de transmisión de información a largas distancias, pues aumenta la cobertura geográfica siendo este su mayor aporte. Un ejemplo claro del uso de este tipo de redes es INTERNET. En este caso, cada Minicentro es una WLAN y la comunicación inalámbrica de estos con el proveedor de servicios de comunicaciones conformarán una WAN.

2.7 Modelo teórico para el diseño de la red del Mini-Telecentro

El objetivo del presente estudio es el diseño de la red para un Mini-Telecentro en la localidad de Santa María, este diseño deberá cubrir servicios de Voz sobre IP, acceso a la información global a través de Internet, servicio de fotocopiado e impresiones, comunicación simultánea con diferentes partes del mundo, capacitación para pobladores, promoción de las actividades económicas que se realizan en el lugar y creación de talleres con fines educativos para obtener el progreso conjunto de la población de la zona.

Para el diseño de la infraestructura de la red del Mini-Telecentro se plantea un esquema base que se explica a continuación. En primer lugar, se deberá disponer de un punto terminal de conexión con tecnología inalámbrica ubicado estratégicamente al exterior o interior del Mini-Telecentro. A través de este terminal de conexión se obtendrá información desde la red de redes Internet hasta llegar al router que es un dispositivo de hardware encargado de la interconexión de redes en este caso la red de área local con Internet y que opera en el nivel de red correspondiente a la capa 3 del modelo OSI, el router asocia las direcciones físicas (MAC) a direcciones lógicas (IP) e inspecciona cada paquete de información para tomar decisiones a la hora de encaminarlos de un lugar a otro escogiendo la mejor ruta para el envío de datos. Seguidamente se cuenta con un elemento muy importante que es el Firewall que puede ser software o hardware que sirve como un filtro que controla todas las comunicaciones que pasan de una red a otra, permitiéndolas o prohibiéndolas de acuerdo a las políticas establecidas por los responsables de la red, la ubicación de este elemento es entre la red interna de la organización y la red del exterior (Internet) para asegurar la protección de la red interna contra accesos no autorizados desde Internet. A continuación se tiene el Switch que es un dispositivo para la interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace) del modelo OSI. Este hardware interconecta varios segmentos de red transmitiendo datos de un segmento a otro según la dirección MAC de destino de los datagramas en la red, su funcionamiento es similar al de un filtro, por lo cual, incrementan el rendimiento y seguridad de las redes de área local (LAN). Finalmente, la distribución de la red es directa si es que las

condiciones de espacio lo permiten, en caso contrario, se podría utilizar un punto de acceso inalámbrico para los ambientes más alejados del terminal de conexión del Mini-Telecentro, este punto de acceso permitirá la conexión de un grupo de ordenadores con tarjeta de red inalámbrica, así como usuarios con computadoras portátiles dentro del área de cobertura.

Para el diseño de esta estructura de red es de gran importancia conocer algunos aspectos antes de iniciar el proceso, estos aspectos son las características físico-geográficas de la región para lo cual se realiza un reconocimiento de la zona incluyendo información sobre la ubicación, altura, clima, medio ambiente, situación actual de la región; otro aspecto es el análisis de la población incluyendo información cuantitativa y cualitativa sobre el volumen de la población, el nivel de educación en el lugar, la situación actual de los puestos de salud, las actividades productivas que se realizan e información sobre la existencia de servicios básicos. Estos aspectos contribuirán a la elección de la localización exacta en la que sea más factible y eficiente implementar el Mini-Telecentro, luego se identificarán los requerimientos de información y comunicación para la población con respecto a los sectores salud, educación y producción. Es importante mencionar que este establecimiento deberá estar asociado de forma gratuita al centro educativo de la zona, pero deberá tener sostenibilidad a través de sus propios servicios abiertos al público en general. A continuación se observa un esquema gráfico del diseño inicial de la red descrita anteriormente.

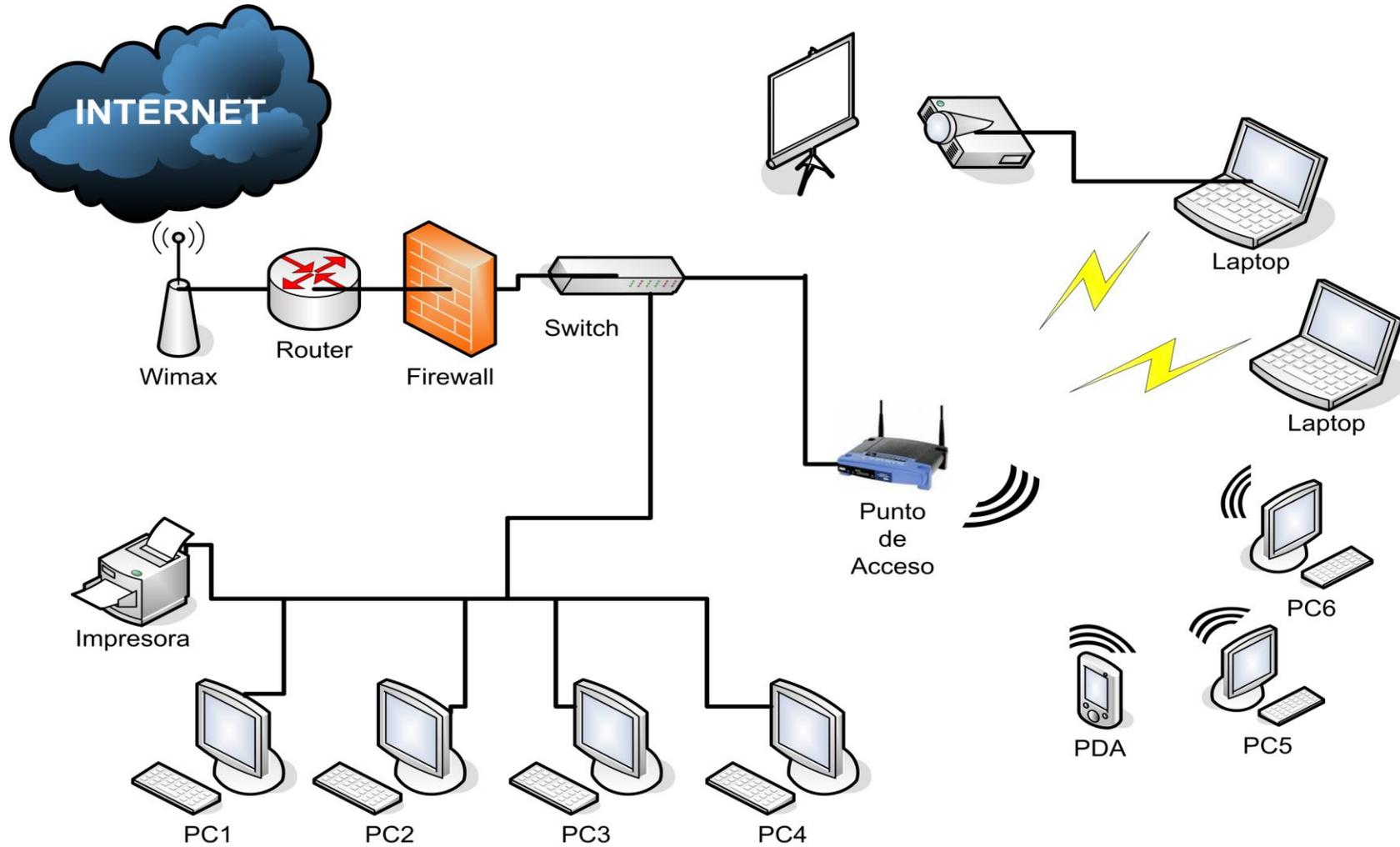


Figura 2.3: Esquema de la red del Mini-Telecentro

CAPÍTULO 3: CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL MINI-TELECENTRO SOBRE LA BASE DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA POBLACIÓN

En este capítulo se encuentra el planteamiento de la solución, el cual sigue una serie de etapas para que la realización del diseño sea de forma ordenada y no descarte ningún detalle.

3.1 Hipótesis de la investigación

A continuación se plantearán las hipótesis que guían este trabajo de investigación y sobre las cuales se obtendrán conclusiones y resultados.

3.1.1 Hipótesis principal

Dado que la insuficiencia e ineficiencia de recursos de información y comunicación perjudica el desarrollo continuo de los sectores educación, salud y productivo de la localidad de Santa María; entonces la implementación de un Mini-Telecentro en esta localidad cubrirá las necesidades de acceso a la información y establecerá una eficiente red de comunicación para el desarrollo integral de la población.

3.1.2 Hipótesis secundarias

A. El acceso a Internet será provisto por ordenadores personales ubicados estratégicamente dentro del Mini- Telecentro, también por una sala de videoconferencias que permita la interacción de un grupo de personas sobre un tema expuesto desde otro punto del mundo en tiempo real.

B. La necesidad de un espacio privado para realizar negocios u otras actividades productivas será cubierta por alguno de los servicios que brindará el Mini-Telecentro.

C. La capacitación para la utilización de los equipos y el manejo adecuado de la información obtenida es uno de los servicios que brindará el Mini-Telecentro con el fin de aprovechar al máximo los recursos existentes.

3.2 Objetivos de la investigación

A continuación se presentan los objetivos que guían esta investigación.

3.2.1 Objetivo Principal

Diseñar la red para un Mini-Telecentro, ubicado en la localidad de Santa María en la región Madre de Dios, con el fin de promover el desarrollo humano permitiendo el

acceso e intercambio de información de los sectores salud, educación y desarrollo productivo. Con una solución costo-beneficio sostenible del Mini-Telecentro.

3.2.2 Objetivos específicos

- A. Conocer y analizar los aspectos físicos del lugar donde se diseñará el Mini-Telecentro, así como los aspectos socio-económicos de su población.
- B. Incluir en el diseño del Mini-Telecentro los servicios altamente requeridos por la población basándose en el análisis de sus actividades.
- C. Buscar las tecnologías más recientes y que se ajusten al perfil de la población para la implementación de equipos en el Mini-Telecentro.
- D. Diseño de una eficiente red de comunicaciones y la disposición espacial de los equipos en base a la distribución física del Mini-Telecentro, para maximizar beneficios.
- E. Selección de los equipos involucrados en el diseño basada en la mejor relación costo-beneficio.
- F. Realización de pruebas de funcionamiento de la red con los equipos necesarios, la interconexión de estos y la utilización de un software adecuado.

3.3 Planteamiento de la propuesta

El diseño que se realizará consta de etapas, las cuales, deben cumplirse de manera ordenada para obtener el diseño de acuerdo a los principales requerimientos y necesidades de la población. A continuación se listan dichas etapas.

A. Análisis cualitativo para realizar el diseño

En esta fase se realizan visitas al lugar de estudio, para reconocer sus características físico – geográficas; además se realizan entrevistas a las autoridades del lugar y también a sus pobladores, se verifica el estado de los colegios y servicios de salud. De esta forma se obtiene información sobre las necesidades y requerimientos de la población, así como las actividades económicas que se realizan en el lugar. Seguidamente se analiza la información obtenida para el diseño del Mini-Telecentro.

B. Análisis cuantitativo para realizar el diseño

Con la visita realizada al lugar de estudio, también se obtiene información numérica, como la cantidad de pobladores en general, cantidad de niños y jóvenes que estudian, cantidad de pobladores que trabajan y estadísticas respecto a la tasa de analfabetismo. Estos factores son importantes para el diseño de la infraestructura física del Mini-Telecentro.

C. Especificación de los servicios que ofrecerá el Mini-Telecentro

Luego de ser analizados los parámetros antes mencionados, se procede a definir los servicios que estarán disponibles en el Mini-Telecentro. Esta definición influye directamente en el diseño de la infraestructura arquitectónica y en la red interna del Mini-Telecentro.

D. Diseño de la estructura arquitectónica del Mini-Telecentro

Después de definidos los servicios que brindará el Mini-Telecentro, se realiza el diseño arquitectónico tomando en cuenta el número y distribución de ambientes y la utilidad de cada uno de estos. En esta fase está incluida la disposición de los equipos en cada ambiente así como el cableado.

E. Diseño de la red interna del Mini-Telecentro

A continuación se realiza el diseño de la red interna del Mini-Telecentro, se determina la cantidad de equipos a utilizar, características técnicas de los equipos. Características de la red de área local como son el medio de transmisión, la tecnología de difusión, la topología de red, el cableado específico, direccionamiento y otros factores.

F. Selección de equipos

En esta fase se investiga sobre equipos de diferentes fabricantes y se realiza una comparación técnica y presupuestal, para hacer la mejor elección.

G. Administración y seguridad de la red

Se determina la administración de la red, así como los elementos de seguridad necesarios para mantener a la red libre de accesos no autorizados y asegurar la confiabilidad del sistema.

H. Suministro eléctrico

El desarrollo de esta etapa consiste en el cálculo de potencia consumida por el Mini-Telecentro y la propuesta de una alternativa de suministro eléctrico para cubrir el consumo requerido, así como un sistema alterno de emergencia.

I. Concepción del presupuesto final

En esta fase se calcula el presupuesto final para el diseño del Mini-Telecentro, en base a los servicios establecidos, los equipos seleccionados, el suministro eléctrico, la arquitectura y demás factores involucrados.

J. Pruebas y resultados finales de laboratorio.

Finalmente se realizarán las pruebas necesarias con un software especializado, para verificar el funcionamiento adecuado de la red diseñada para el Mini-Telecentro.

En la siguiente página se muestra un resumen del proceso a seguir:

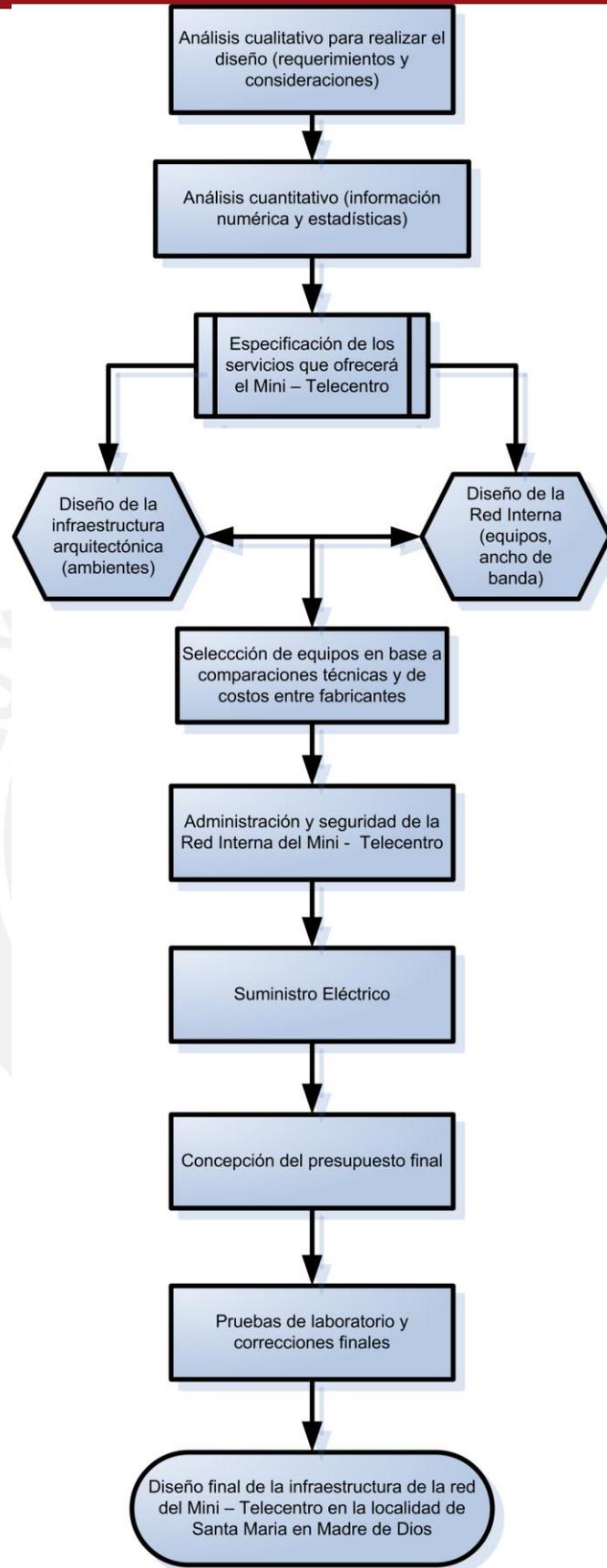


Figura 3.1: Resumen del proceso

3.4 Características del diseño en base a los requerimientos de la población

El diseño del Mini-Telecentro estará caracterizado sobre la base de los requerimientos de la población de Santa María, luego de realizar el análisis de la situación actual de las comunicaciones en esta localidad. Al realizar la visita a la localidad de Santa María, se pudo observar las condiciones en las que vive la población. Asimismo, se entrevistó a diferentes autoridades locales como son el gobernador de Santa María; la señora Patricia Martínez, única profesora del colegio primario, y la señora María Zoiri, única enfermera encargada del Centro de Salud del lugar. Con esta visita se esclarecieron las necesidades de información y comunicación que la población de Santa María tiene. De acuerdo a estas necesidades es que se realizará el diseño del Mini-Telecentro.

En esta parte se mencionan los requerimientos de la población en cuanto a servicios de información y comunicación:

- En esta localidad no se cuenta con un servicio de Internet que permite el acceso a la información global, por lo cual, es necesario que el diseño del Mini-Telecentro considere un área pública provista de computadoras para el acceso a Internet de forma eficiente y lograr establecer el lazo de información y comunicación con diferentes partes del mundo.
- La comunicación en esta localidad se realiza básicamente a través de la radiocomunicación, existe sólo un equipo para este tipo de comunicación y está ubicado en el centro de salud del lugar. Por esto se consideró necesario incluir en el diseño, el servicio de telefonía a precios de acuerdo con el contexto social y económico del lugar.
- Para que los pobladores puedan almacenar de forma física la información obtenida virtualmente, se proveerá el servicio de impresión y fotocopiado dentro del Mini-Telecentro a costos apropiados.
- Los pobladores empresarios que se desarrollan en el sector económico deben desplazarse hacia localidades externas para comunicarse e intercambiar documentos de carácter reservado con sus clientes o cualquier entidad, por lo cual, también se contemplará en el diseño, la creación de algunos cubículos personales provistos con una computadora, en las que se pueda usar los servicios con privacidad.
- Los pobladores de Santa María tienen como principal actividad productiva a la recolección de castañas, las cuales, se comercializan a nivel local. Entonces, será interesante que el diseño incluya un área para realizar capacitaciones orientadas a la mejora de su actividad económica.

Propiciando la exportación de sus productos a nivel nacional e internacional. Además de campañas de difusión y otras actividades. El área considerada para este requerimiento, debe contar con el servicio de videoconferencia para facilitar las capacitaciones a distancia.

- Los alumnos del centro educativo deberán tener acceso gratuito a un número determinado de computadoras durante cierto período de tiempo, dentro de las horas de clase; con el fin de estimular y mejorar el aprendizaje.
- El acceso al Mini-Telecentro debe ser fácil para cualquier poblador de esta localidad, por lo tanto, deberá ubicarse en un lugar céntrico y cerca al centro educativo. Según lo observado en la visita, existe un espacio vacío entre el centro educativo y el centro de salud del lugar, ese espacio será ideal para el establecimiento del Mini-Telecentro.

3.5 Infraestructura base para el diseño

Para el desarrollo del Mini-Telecentro se debe contar con una adecuada infraestructura arquitectónica que sea confortable y esté bien distribuida para que el uso del espacio sea eficiente. Sobre la base de la arquitectura del lugar, se debe tomar en cuenta las consideraciones técnicas para obtener un buen diseño de la red interna del Mini-Telecentro. Estas consideraciones están provistas por estándares y normas que rigen todos los diseños de redes de Telecomunicaciones. Para lograr la interconexión de equipos y el acceso a Internet dentro del Mini-Telecentro, se requiere una estructura de cableado que sigue ciertas normas. En este caso, se debe considerar obligatoriamente la norma TIA/EIA 568-B, que es la norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. Específicamente la norma TIA/EIA 568-B1 presenta los requerimientos generales, la TIA/EIA 568-B2 para los componentes de cableado de Par Trenzado Balanceado y la TIA/EIA 568-B3 para los componentes de fibra óptica. En el presente estudio se trabajará con cable de par trenzado. [29]

3.5.1 Componentes del cableado estructurado

1. Instalaciones de entrada
2. Sala de equipos
3. Cableado vertical (backbone)
4. Armario de telecomunicaciones (rack, closet)
5. Cableado Horizontal
6. Área de trabajo

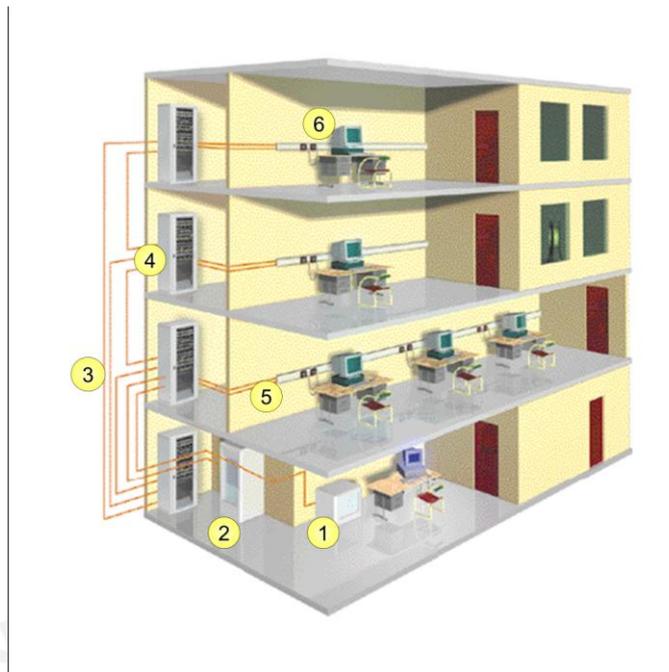


Figura 3.2: Cableado estructurado [29]

1. Instalaciones de Entrada

Esta acotación se refiere al punto físico de partida de toda la instalación. Es decir, incluye cables, equipos de conexión y protección; y todo lo necesario para interconectar los elementos interiores con los exteriores al edificio. Debe estar diseñado de acuerdo a la norma TIA/EIA 569-A.

2. Sala de Equipos

Espacio donde se ubican los equipos involucrados en los sistemas de telecomunicaciones que son comunes en un edificio por ejemplos servidores, centrales de video, etc. Administra toda red local, puede proveer algunas o todas las características de un armario de telecomunicaciones. El diseño de este ambiente sigue la norma TIA/EIA 569-A, debe prever la implementación actual y la del futuro en cuanto a espacio y accesibilidad. El tamaño recomendado de este lugar es 13.5 m² y las conexiones dentro de este ambiente deben ser en una conexión cruzada o directa.

3. Cableado Vertical

Es la interconexión entre los armarios de telecomunicaciones, la sala de equipos y entrada de servicios entre los diferentes niveles del edificio. En este caso el diseño del edificio consta tan solo de un piso, por lo cual, el cableado vertical estará orientado a la disposición del backbone que va desde el cuarto de equipos hasta la

antena exterior al edificio. En este caso se utilizará cable UTP categoría 5e que no debe exceder los 800 metros.

4. Armario de Telecomunicaciones

En el se interconectan el cableado horizontal y vertical. Recibe el cableado de la sala de equipos y a través del cableado UTP lo envía a cada área de trabajo.

5. Cableado Horizontal

Es el cableado que se extiende desde el armario de Telecomunicaciones hasta la toma de usuario o área de trabajo. El acceso a este cableado es un tanto complicado por lo que se debe considerar los servicios de telecomunicaciones que se brindarán antes de diseñar el cableado.

- La distancia máxima para todos los medios en el cableado horizontal es 90 metros.
- Se debe evitar tener puentes, derivaciones y empalmes a lo largo del cableado. Además la distancia de éste al cableado eléctrico debe ser apropiada para evitar interferencias electromagnéticas.
- Par trenzado de 4 pares UTP de 100 ohms, 22/24 AWG.
- Cableado de Categoría 5e que tiene una tasa de transferencia de datos de hasta 100Mbps o 100 Base T.
- El conector utilizado comúnmente es el RJ45



Figura 3.3: Conector RJ45

- La topología para el cableado horizontal debe ser estrella.
- Dos conectores en cada área de trabajo para voz y datos.

6. Área de trabajo

Espacio y equipo de trabajo del usuario, comprende desde la toma de conexión hasta el equipo. Debe instalarse junto a las tomas de corrientes necesarias. La distancia máxima de los cables en ésta área no debe superar los 5 metros.

3.5.2 Cableado específico para el Mini-Telecentro

La arquitectura del Mini-Telecentro se basa en la construcción de un inmueble de sólo un piso de altura, que alberga diferentes ambientes distribuidos convenientemente de acuerdo a los servicios que se brindarán en el recinto. Las

dimensiones del lugar están relacionadas directamente con la cantidad de población de Santa María. A continuación se mencionan los componentes de cableado estructurado específicos para este diseño. Cabe resaltar que no se presenta cableado vertical en el presente diseño, pues el local cuenta con un solo nivel.

1. Instalaciones de Entrada

En este caso, se trata de una instalación aérea. El punto físico de partida de toda la instalación está provisto por un equipo receptor con tecnología Wimax ubicado en la parte exterior de la construcción, específicamente en el techado. A partir de este punto se extiende la conexión hasta la sala de equipos. Cabe resaltar que como base para el desarrollo de esta tesis, se asume que por la zona de Santa María, lugar donde se ubicará el Mini-Telecentro se cuenta con un enlace Wimax ya existente del cual se provee el Mini-Telecentro a través del dispositivo de recepción mencionado anteriormente.

2. Sala de Equipos

En este espacio se ubicarán los equipos necesarios para el sistema de telecomunicaciones del edificio. En este caso, la sala de equipos también será el armario de telecomunicaciones, ya que se trata de un solo nivel.

3. Cableado Horizontal

Es el cableado que se extiende desde la sala de equipos hasta el área de trabajo. El cableado debe incluir las conexiones a los diferentes ambientes del local en donde se brindarán los servicios ya definidos. Las especificaciones son las mismas que las mencionadas anteriormente.

4. Área de trabajo

Espacio en el que se ubicarán las computadoras en los diferentes ambientes del local. Comprende el cableado desde la toma de conexión hasta la computadora. Para la ubicación de estas áreas se debe tomar en cuenta la disponibilidad de tomas de electricidad para el suministro eléctrico de los equipos.

3.6 Consideraciones para el desarrollo de la red

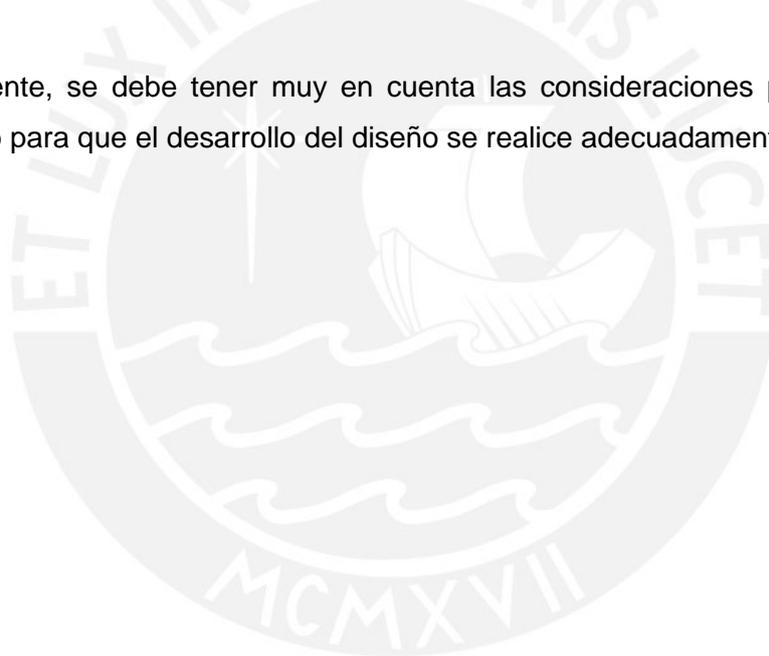
Existe una serie de factores que deben ser tomados en cuenta obligatoriamente para el desarrollo de la red, estos se indican a continuación [30]:

- Definición de los diferentes tipos de equipos a utilizar y la cantidad de estos de acuerdo a los servicios que brindará el Mini-Telecentro.
- En una red LAN, varias estaciones de trabajo inteligentes están conectadas entre sí y al administrador de la red (otra estación) a través de un canal de

conexión. Por tal motivo se debe elegir una topología de conexión adecuada, la cual puede ser estrella, bus o anillo.

- Caracterización del cableado dentro de la arquitectura del Mini-Telecentro, para lo cual se debe conocer la disposición de ambientes físicos y de equipos dentro del mismo.
- Seguimiento de las normas ANSI/TIA/EIA-568-B para cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- Se utilizará el protocolo de red Ethernet, pues es el más extendido y en el que se encuentra la mayor variedad de equipos a precios accesibles. Las tarjetas de red de los equipos deberán soportar las interfaces 10 Base T y 100 Base T para una tasa de transferencia de hasta 100Mbps.
- Inclusión de un sistema de seguridad o firewall para la protección de la red de intentos de acceso no autorizados desde redes externas.

Finalmente, se debe tener muy en cuenta las consideraciones previstas en este capítulo para que el desarrollo del diseño se realice adecuadamente.



CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL MINI-TELECENTRO

En este capítulo se llevará a cabo el diseño total del Mini-Telecentro, el cual incluye principalmente la red interna de telecomunicaciones dispuesta según los servicios que se brindarán y el sistema de suministro eléctrico para proveer de energía a los equipos. Seguidamente se realizarán pruebas para obtener resultados que serán contrastados con las hipótesis y objetivos principales vistos en el capítulo anterior.

4.1 Servicios del Mini-Telecentro

Después de haber realizado un riguroso análisis de las necesidades y requerimientos de la población, se definen los servicios que se incluirán en el diseño del Mini-Telecentro, los cuales, están orientados específicamente a satisfacer las necesidades de la población en cuanto a recursos de información y comunicación.

Los servicios que se definen en el diseño del Mini-Telecentro son los siguientes:

- **Ordenadores y herramientas básicas**

Los usuarios del Mini-Telecentro deben estar habilitados para realizar informes, reportes o cualquier tipo de documento. Para lo cual deben contar con ordenadores o computadoras en buenas condiciones y totalmente operativas, provistas de herramientas informáticas básicas que generalmente son aplicaciones como procesadores de texto, hojas de cálculo, elaboradores de tablas, esquemas, presentaciones y gráficos. El Mini-Telecentro contará con 19 computadoras con las aplicaciones debidamente instaladas.

- **Internet**

Definitivamente este es el servicio más importante que brindará el Mini-Telecentro, pues a través de él la red podrá ser usada para acceder a la más amplia fuente de información que proviene de todo el mundo. Así como la comunicación simultánea con cualquier punto del mundo que también tenga acceso a este servicio. Se tendrá acceso a Internet desde todas las computadoras del Mini-Telecentro.

- **Videoconferencia y proyección en sala**

Este servicio cubre las actividades de capacitación a distancia, gestión de recursos y difusión. A través de este servicio se podrá contar con la presencia de expositores en cualquier parte del mundo y en tiempo real. Para lo cual se necesita una sala de proyección con las dimensiones adecuadas, los recursos visuales y auditivos necesarios para la comprensión de lo que se expone.

- **Voz sobre IP**

El servicio de Voz sobre IP (VoIP) estará disponible a través de un Softphone, software que simula un teléfono, instalado en el grupo de computadoras del área de cómputo que es de común acceso a los usuarios y en los dos cubículos personales. Además se contará con 3 teléfonos IP en un área separada, en caso que la sala de cómputo esté ocupada, para no privar a los pobladores de este servicio de comunicación tan elemental.

- **Capacitaciones**

El Mini-Telecentro brindará el servicio de capacitaciones periódicas de acuerdo a los requerimientos de la población, especialmente capacitaciones en las que se pueda enseñar al trabajador como mejorar sus productos, como exportarlos usando las TICs, como ingresar al mercado nacional e internacional a través de las herramientas que ofrece el Mini-Telecentro.

- **Impresión y fotocopiado**

Este servicio facilitará la documentación de la información obtenida y la difusión de la misma a través de copias; podrá ser llevada fuera del Mini-Telecentro en un medio físico tal como es el papel. El servicio estará disponible en el área de impresión que albergará una impresora láser de buena calidad y una fotocopidora.

4.2 Infraestructura física del Mini-Telecentro

Luego de la revisión de los requerimientos del diseño y la definición de los servicios que se brindarán en el Mini-Telecentro, se procede a determinar las estructuras arquitectónica y de la red para el Mini-Telecentro.

4.2.1 Infraestructura arquitectónica

El diseño del local destinado para el Mini-Telecentro forma parte de las construcciones típicas de la región selva, se trata de una maloca, con el fin de familiarizar a la población con el lugar y mantener la identidad cultural de la zona. Esta maloca estará diseñada para ofrecer la suficiente protección para los equipos y contará con un solo nivel, debido al reducido número de población que existe en Santa María.

Se observa en la siguiente figura la vista exterior de la maloca donde se instalará el Mini-Telecentro y a continuación se describe la distribución de ambientes dentro de esta.

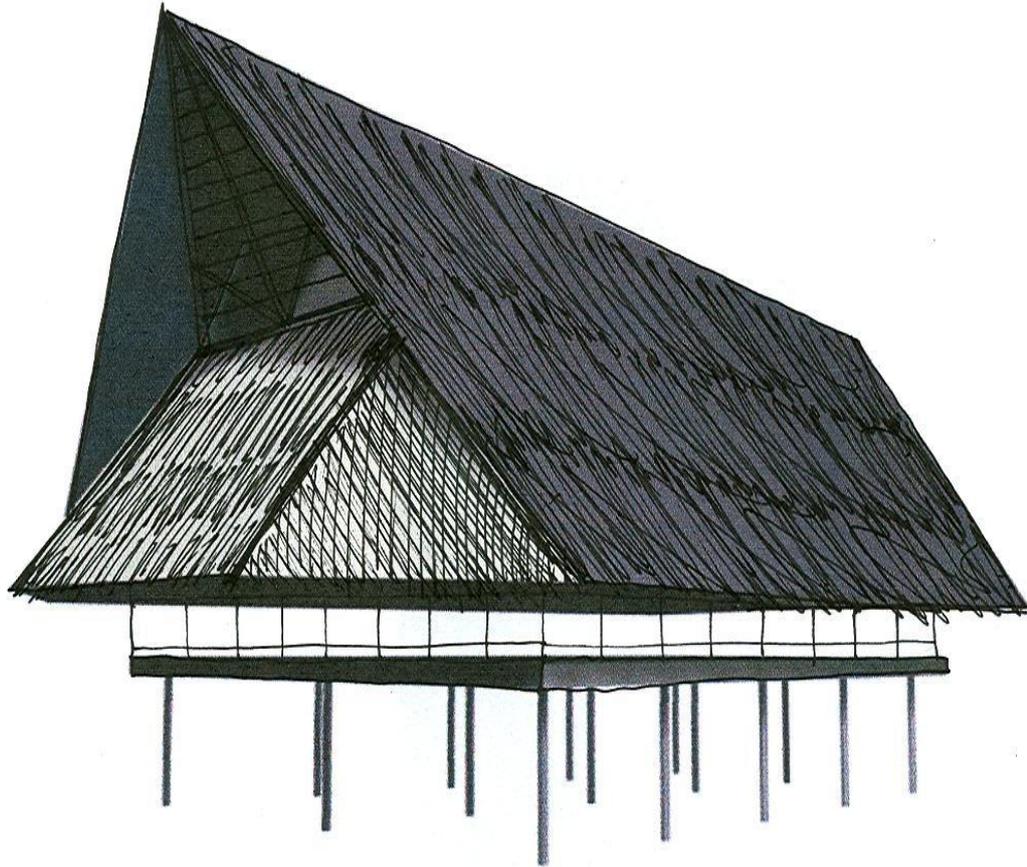


Figura 4.1: Diseño exterior del Mini-Telecentro [31]

Nivel Único

En este único nivel se distribuyen estratégicamente los ambientes que brindan los servicios ya mencionados anteriormente. El orden que se sigue en la distribución es el siguiente:

- **Recepción**

Ubicada a la entrada del Mini-Telecentro, su función principal es brindar información sobre los servicios que ofrece el lugar. Contará con una computadora con aplicaciones básicas y acceso a Internet.

- **Área de Teléfonos IP**

Es una pequeña área que contará con tres teléfonos IP, cada teléfono estará ubicado en una caseta personal. Este espacio hará las veces de un locutorio y brindará servicio de Voz sobre IP.

- **Oficina de Administración**

Desde este ambiente las personas designadas administrarán el Mini-Telecentro. Aquí se ubicarán dos computadoras con aplicaciones básicas, acceso a Internet y una de ellas con el softphone instalado, además del punto de acceso a Internet inalámbrico, por si algún visitante del exterior o de la misma zona desea conectarse al servicio de Internet vía inalámbrica usando una laptop.

- **Sala de Videoconferencia y Capacitaciones**

Esta sala está destinada a las capacitaciones de la población a través de videoconferencias. Asimismo, se puede usar la sala y el equipamiento de esta para campañas de radiodifusión y actividades propias de la zona. Este ambiente contará con una computadora con acceso a Internet, un proyector y un écran. La capacidad del ambiente será de 20 personas.

- **Cubículos Personales**

Estos son espacios reducidos con capacidad para una sola persona. En el Mini-Telecentro se ubicarán dos cubículos personales cada uno con una computadora con las aplicaciones básicas, acceso a Internet y el softphone instalado para el servicio de VoIP.

- **Cuarto de Equipos**

En este ambiente se ubican los equipos de comunicaciones de entrada a la red de área local y acceso a Internet. Desde este se podrá administrar la red establecida para el Mini-Telecentro.

- **Sala de cómputo**

Este es el ambiente más amplio del Mini- Telecentro, en él se encontrarán las 12 computadoras de uso público, cada una contará con las aplicaciones básicas, softphone y acceso a Internet. Además habrá una computadora principal, la cual será utilizada por el administrador y regulador de la sala. Cabe señalar que a un lado de la sala de cómputo se encuentra el espacio de impresión y fotocopiado.

- **Sala de radio**

En este pequeño ambiente se encontrará el equipo de radiocomunicación, que será utilizado en caso de emergencia y ausencia de fluido eléctrico.

- **Almacén**

Este ambiente se encargará de almacenar los implementos más importantes para los ambientes del Mini-Telecentro.

- **Servicios Higiénicos**

Estos servicios son básicos en cada construcción y estarán ubicados en la parte inferior de la Maloca, debajo del primer nivel.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la distribución de ambientes dentro de la maloca con sus respectivas cotas. Para una visualización más clara de los detalles revisar este plano en formato PDF en el CD de Anexos.



4.2.2 Infraestructura del cableado horizontal

Sobre la base de las consideraciones para el diseño, vistas en el capítulo anterior, se debe ubicar el cuarto de equipos aproximadamente en el centro del local para que la distancia del cableado hacia todos los ambientes del Mini-Telecentro sea regular y no sobrepase los 90 metros permitidos. El sistema del cableado estructurado debe permitir la distribución del servicio de datos desde el cuarto de equipos y cableado hasta los puestos de trabajo de los usuarios. Cada corrida de cable será continua sin empalmes. Se trata de una construcción pequeña con pocos ambientes comunicados a la red, por lo cual, se optará por la distribución horizontal a través de tuberías para guiar los cables hasta los ambientes respectivos y protegerlos; y en la zona del usuario se utilizarán rosetas para facilitar el acceso al punto de conexión.

- **Tuberías**

Para el sistema de canalizaciones horizontales, se utilizarán tuberías. Se dispondrá una tubería principal que recorrerá cada uno de los ambientes del Mini-Telecentro y se harán derivaciones para llevar los cables hasta cada uno de los tabiques y mobiliarios, cada terminación de cable terminará en una roseta o wallplate, cuya altura desde el piso debe ser de 30 - 45 cm.

Todas las tuberías serán instaladas en las paredes y en los pisos de acuerdo con las necesidades que establecen los volúmenes de cable a ser dispuestos a través de la canalización respectiva y de acuerdo a los enrutamientos acordados. Se debe considerar no tener secciones mayores de 30m sin una caja de pasos, conexión a tierra y análisis del ambiente que rodea al ducto, por lo cual, se dispondrán suficientes cajas de paso y distribución para facilitar la correcta manipulación del cable. Se utilizará tuberías de diferentes diámetros dependiendo de la cantidad de cables a pasar por estas, según la norma ANSI/EIA/TIA-569; además, se debe considerar un espacio extra para un 15% de crecimiento futuro en expansiones del sistema. Cabe señalar que se considerará ocultar al máximo las canalizaciones a instalar y no deteriorar los ambientes.

La siguiente tabla se aplica para la cantidad de cables que pasan en una tubería según la norma 569:

Tabla 4.1: Capacidad de tuberías [32]

Trade Size	Cable Outside Diameter cm (in.)									
	0.33 (0.13)	0.46 (0.18)	0.56 (0.22)	0.61 (0.24)	0.74 (0.29)	0.79 (0.31)	0.94 (0.37)	1.35 (0.53)	1.58 (0.62)	1.78 (0.70)
½	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
¾	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
1	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
1¼	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
1½	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
2	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
2½	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
3	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
3½	—	—	—	—	—	—	22	12	7	6
4	—	—	—	—	—	—	30	14	12	7

El conocimiento de estos datos es importante para evitar roces corrosivos entre los cables.

Todas las tuberías cumplirán con las condiciones de separación de 20 cm de cualquier línea AC, 12 cm de balastos de lámparas fluorescentes y 1 metro de cualquier línea AC de mas de 5 KVA además de 1.2 metros de cualquier motor ó transformador, aire acondicionado.

Con respecto a las terminaciones, es importante que los extremos de los tubos sean limados, para evitar daños a los cables. Se debe prever la facilidad para llevar los cables hasta el panel de conexiones.

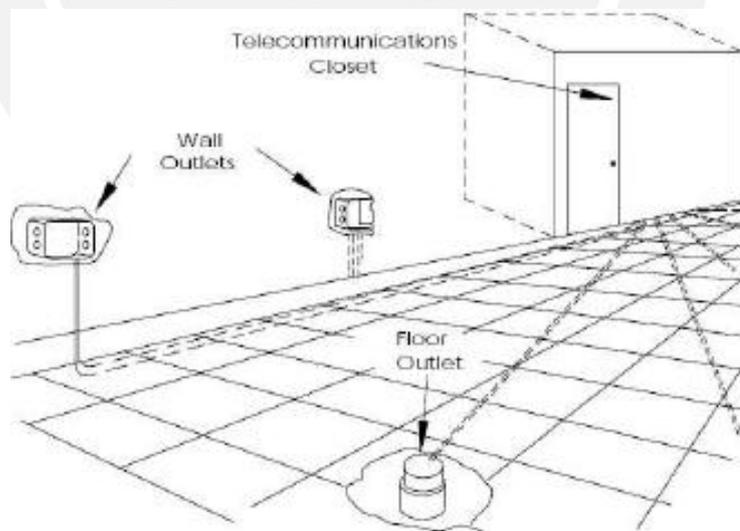


Figura 4.3: Cableado usando tuberías [32]

- **Rosetas o WallPlates**

Cada tubería terminará en una caja con su respectivo wallplate de instalación sobrepuesta a la pared. Los conectores de los wallplates o rosetas deben ser tipo

RJ45 categoría 5e. Además, todo conector RJ45 deberá cumplir la característica de transmisión que se define en ISO/IEC 11801. [33]

El cableado horizontal incluye salidas (cajas, placas, conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo, además de cables y conectores para la transición entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. En este último se hará la configuración de las conexiones del cableado horizontal, a través del patch panel.

- **Patch Panel**

Los Patch Panel deben estar diseñados para ser ubicados con facilidad en Racks de 19", además estos serán modulares, pues de este modo se permite la inserción de conectores modulares RJ45, categoría 5; los cuales tendrán codificación de colores donde se muestren las terminaciones según la EIA/TIA 568A/B. Es importante el uso de etiquetas intercambiables en los patch panels para poder distinguir el punto de conexión correcto al realizar la instalación. [33]

4.3 Diseño de la red de comunicaciones

El diseño de la red es parte fundamental de esta tesis, ya que será esta red la que permita que el Mini-Telecentro ofrezca los servicios definidos anteriormente. Para realizar el diseño de la red se debe considerar una topología de conexión adecuada para la distribución del cable hacia todos los equipos involucrados en la red y además una tecnología adecuada. La tecnología Ethernet es la más utilizada para brindar este tipo de servicios y por lo cual existe una amplia gama de equipos que son compatibles con esta tecnología. Ethernet permite alcanzar hasta 100Mbps para la transmisión de datos, los equipos conectados a la red deberán soportar estas características y serán interconectados con otros equipos dentro de la misma utilizando el cable UTP categoría 5e. También, se debe considerar un margen de ampliación para el futuro.

4.3.1 Topología de la red

De acuerdo a la distribución de ambientes en el Mini-Telecentro y la necesidad de uno o varios puntos de red en la mayoría de estos. La topología del cableado que mejor se adecua es la de tipo estrella, es decir, un cable para cada salida en las áreas de trabajo. Esta topología es la más frecuente en las LAN Ethernet, está conformada por un punto de conexión central que es un dispositivo donde se encuentran todos los segmentos de cable. Cada uno de los hosts de la red está conectado al dispositivo central con su propio cable. La ventaja de implementar esta

topología es que si alguno de los cables tiene un problema solo se ve afectado el host conectado a dicho cable, o si un host determinado falla, el resto de la red permanece operativa. Además facilita la incorporación de nuevos componentes a la red. El inconveniente de la topología estrella es que si el punto de conexión central falla, la red entera se desconecta. Cuando la red estrella se expande para incluir un dispositivo de red adicional conectado al dispositivo de red principal, se le llama topología en estrella extendida, con esta topología se consigue reducir el tráfico por los cables, al enviar paquetes sólo al host destinado. Cabe resaltar que en el presente diseño se utilizará la topología en estrella extendida. El nodo central de esta topología estará en el centro principal de distribución de cableado o MDF (Main Distribution Facility) que se ubicará en el cuarto de equipos del Mini-Telecentro. [34] La topología lógica de la red, a diferencia de la física, es la forma en que viaja la información y control a través de las líneas de comunicación. Las más comunes son las Ethernet, Red de anillo y FDDI. En este caso, se utilizará la topología Ethernet en la que todos los equipos están conectados a la misma línea de transmisión y la comunicación se da utilizando un protocolo denominado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect). Con el cual, cualquier equipo está autorizado para transmitir a través de la línea en cualquier momento sin prioridad entre ellos. Para lograr la eficiencia en la performance de la red, se debe evitar tener un solo dominio de colisión, por esta razón, se utilizarán switchs para la distribución del cableado a los computadores, de esta forma se tendrán dominios separados de colisión incrementando la eficiencia de la red; sin embargo, usando un switch se tendrá un solo dominio de broadcast, por lo cual, se separarán dominios de broadcast a través de la creación de VLANs con direcciones IP asignadas convenientemente, así como la separación de VLANs de acuerdo a los servicios que se brindan, como se verá más adelante.

La comunicación en la red se realiza a través del protocolo TCP/IP, el cual, representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos.

4.3.2 Distribución de la red

El diseño se divide en 2 subredes físicas, la primera para la administración, la recepción, la sala de videoconferencia y el área de teléfonos IP, estos ambientes se relacionan directamente con el Switch 1; la segunda para la sala de cómputo y los cubículos personales ubicados a un extremo del local que se relacionan con el Switch 2. Se determina esta división en subredes debido a la cantidad de equipos

que habrá en cada ambiente del Mini-Telecentro, asimismo la ubicación de estos. Los Switch 1 y Switch 2 estarán conectados al router que proporciona la conexión a Internet, éstos son de 24 puertos para asegurar el 33% del crecimiento de la red en este sector, es decir, se pueden añadir equipos en el futuro sin ningún inconveniente de disponibilidad en el switch. Cada switch será el centro intermedio de distribución de cableado o IDF (Intermediate Distribution Facility), por lo cual, serán IDF1 (Switch 1) e IDF2 (Switch 2); ambos estarán conectados al router, en este caso dentro del mismo cuarto de equipos o MDF debido a las dimensiones de la red. Cabe resaltar que el punto de acceso inalámbrico (access point), que permitirá la conexión a Internet desde una computadora portátil sin necesidad de cableado, estará conectado al Switch 1 o IDF1.

Debido al tipo de datos que se van a transmitir a través de esta red, es importante la segmentación de la misma para obtener una mejor calidad de servicio. De este modo se subdivide la red y se obtienen 5 redes virtuales o VLANs (Virtual Local Área Networks), que son segmentos de red configurados por software para separar las áreas y administrar eficientemente la red.

Las VLANs y áreas se relacionan de la siguiente manera:

VLAN 1: Servidores web, correo, base de datos, Proxy, Asterisk

VLAN 2: Administración, recepción, sala de cómputo y cubículos.

VLAN 3: Punto de Acceso (Access Point)

VLAN 4: Sala de videoconferencia.

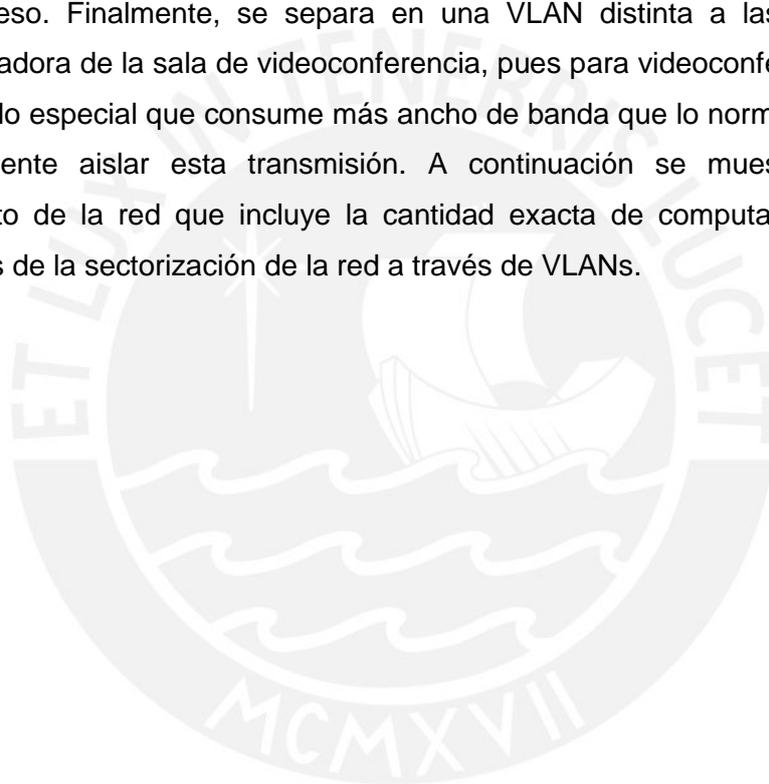
VLAN 5: Área de teléfonos IP

Tabla 4.2: Descripción de los centros de distribución

Ubicación	Equipos	Descripción
Sala de equipos (MDF)	Router	Salida a la red externa (Internet) Enrutamiento de VLANs
	Firewall	Hardware de seguridad
	Servidores	Base de datos, web, correo, Proxy, Asterisk
	Switch 1 (IDF1)	VLAN1: Servidores VLAN2: Recepción y administración VLAN3: Punto de acceso inalámbrico VLAN4: Sala de videoconferencia VLAN5: Teléfonos IP
	Switch 2 (IDF2)	VLAN2: Sala de cómputo, cubículos

Cada switch tendrá un número de computadoras y otros equipos conectados a la red, en el caso de las PCs que se distribuirán a lo largo del Mini-Telecentro en diferentes ambientes, cada una debe contar con una tarjeta de red que soporte de 10 a 100Mbps, cada tarjeta se conecta a su respectivo Wall-Plate (socket RJ-45) y a partir de este se conecta al switch utilizando cable UTP categoría 5e y a través de los patch panels para facilitar el conexionado entre ambientes.

Es preciso señalar que se separa el área de teléfonos en una VLAN única para brindar calidad de servicio, lo cual se detalla más adelante. También se separa el punto de acceso inalámbrico en otra VLAN para que las acciones de los equipos conectados a los puertos adyacentes del switch no afecten el rendimiento del punto de acceso. Finalmente, se separa en una VLAN distinta a las anteriores a la computadora de la sala de videoconferencia, pues para videoconferencias utiliza un protocolo especial que consume más ancho de banda que lo normal, por lo cual, es conveniente aislar esta transmisión. A continuación se muestra el esquema completo de la red que incluye la cantidad exacta de computadoras y equipos, además de la sectorización de la red a través de VLANs.



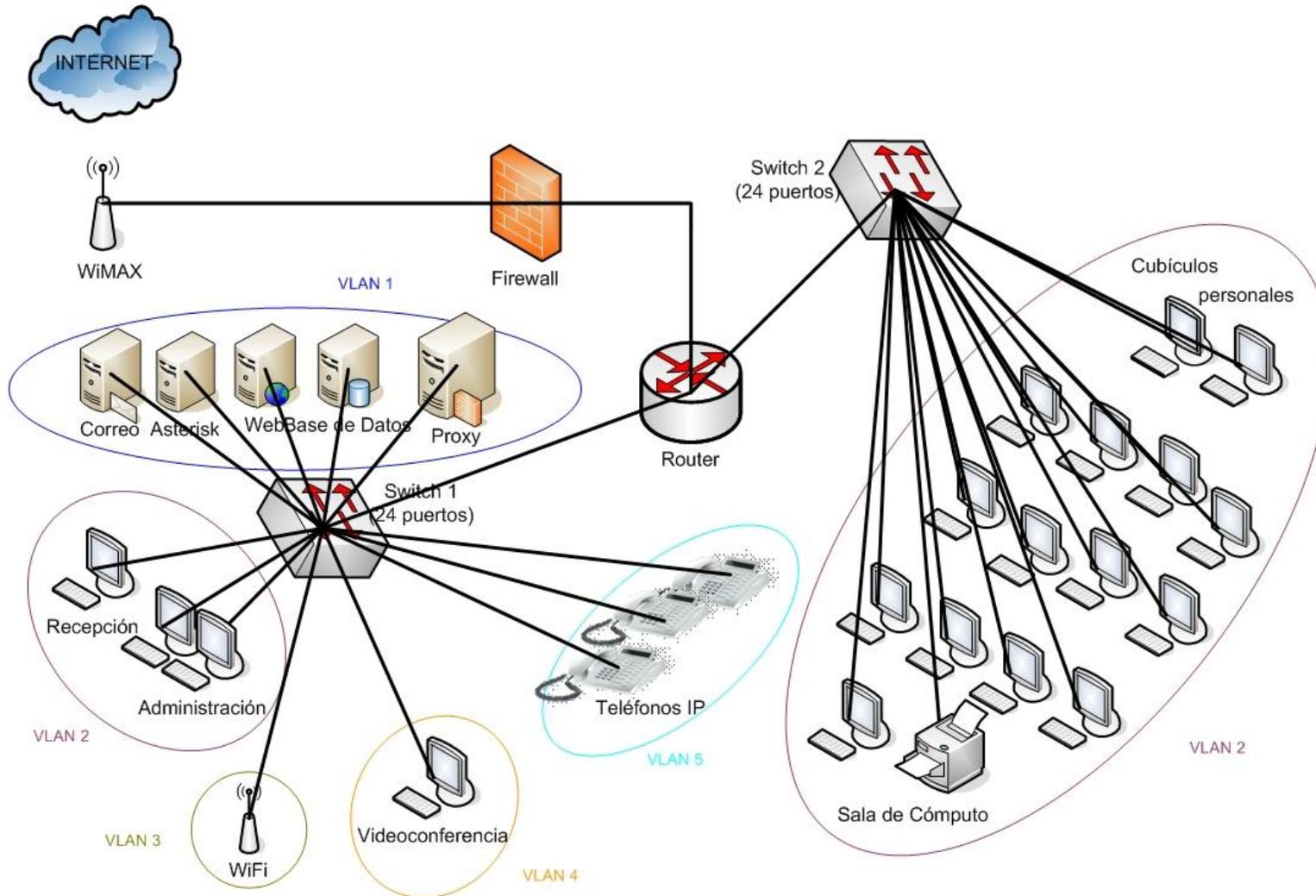


Figura 4.4: Distribución completa de la red del Mini-Telecentro

4.3.3 Disposición de equipos

Todos los equipos de red estarán ubicados en el cuarto de equipos del Mini-Telecentro o MDF, en este cuarto se ubicarán también los IDF1 e IDF2. Se utilizarán dos racks, el primero se utilizará para colocar los diversos servidores y el segundo para los switches, router y paneles de conexión que serán utilizados, por lo cual, el cuarto debe contar con las dimensiones adecuadas, además cabe la posibilidad de ampliaciones futuras. Como ya se vio anteriormente, el tendido del cableado horizontal conformará una topología estrella extendida de acuerdo a la norma TIA/EIA 568-A.

Las características del cuarto de equipos son las siguientes:

- Medidas: 5 x 3 metros.
- Cuenta con falso piso para la instalación del cableado en general.
- Uso de pintura contra incendios.
- Sistema de aire acondicionado que mantiene a los equipos a una temperatura de 20°C.

4.4 Tráfico de la red

El diseño de la red para el Mini-Telecentro contempla servicios como acceso a Internet, VoIP, videoconferencia; los cuales consumen cierto ancho de banda el cual en suma debe ser suministrado por la red, para calcular este ancho de banda necesario se realiza un análisis previo y luego se procede al cálculo.

4.4.1 Análisis del tráfico de la red

Para que la red y los servicios funcionen adecuadamente, se debe hacer un análisis del consumo de ancho de banda por cada tipo de servicio y poder establecer así la demanda de tráfico total de la red.

- **Ancho de banda para VoIP**

El servicio de Voz sobre IP (VoIP) se basa en un sistema de enrutamiento de conversaciones de voz mediante paquetes basados en IP por la red de Internet, con el fin de abaratar los costos en cuanto a comunicaciones de voz. Este servicio debe tener una calidad adecuada (QoS), por esta razón se separó en una VLAN aislada al grupo de teléfonos IP. La calidad de la comunicación se relaciona con el ancho de banda disponible, el cuál será determinado por el códec que se utilice.

Existen diversas aplicaciones de VoIP entre ellas se encuentran los Softphone (Software-Phone IP), que son programas instalados en computadoras. Cabe señalar que no todas las computadoras contarán con este servicio. El códec que se

utiliza comúnmente para este tipo de servicio es el G.711, estandarizado por la ITU-T. Este códec tiene una frecuencia de muestreo de 8000 Hz, con 8 bits por muestra, el algoritmo no comprime y requiere un ancho de banda teórico de 64Kbps, pero el ancho de banda real que utiliza es de 80Kbps debido a la cabecera que requiere para transmitir, utiliza codificación PCM y es el que consume más ancho de banda porque tiene Mejor Calidad de Voz con un MOS=4.1 (Mean Opinion Score). [35]

- **Ancho de Banda para Videoconferencia**

Se considera un servicio de videoconferencia orientado a las capacitaciones a distancia, al igual que el caso anterior, se necesita una buena calidad de videoconferencia lo cual implica el consumo de cierto ancho de banda. El estándar H.323, determinado por la ITU-T y denominado “Sistemas de Comunicación Multimedia basados en Paquetes”, proporciona una base para las comunicaciones multimedia utilizando el protocolo de Internet (IP), que define como los puntos de la red comparten las capacidades de transmisión de audio, video, y datos. La velocidad estándar de transmisión en videoconferencias es de 384 Kbps. [36]

- **Acceso a Internet**

Para poder navegar en Internet de forma eficiente, es decir, sin problemas para descargar páginas y realizar acciones, se requiere un determinado ancho de banda que soporte a la cantidad de usuarios que podrían conectarse simultáneamente a Internet a través de la misma red. El ancho de banda adecuado para este acceso es de 64Kbps por computador según información obtenida experimentalmente.

4.4.2 Cálculo del tráfico de la red

El tráfico de la red o ancho de banda se refiere al volumen de datos que fluye a través de una red en un determinado tiempo. Con el análisis realizado y los datos obtenidos respecto al ancho de banda, podemos calcular el ancho de banda total que requieren los servicios del Mini-Telecentro para su correcto funcionamiento. Así tenemos que el ancho de banda para VoIP es de 80Kbps, para videoconferencias es de 384Kbps y en promedio para una buena conexión a Internet es de 64Kbps. Cabe considerar un factor de concentración, con respecto a VoIP este factor es del 20% por la pérdida que se da cuando el paquete atraviesa las capas del modelo OSI; asimismo, se tiene un factor de 50% para el acceso a Internet y del 100% para videoconferencia (estos datos se obtuvieron por consultas orales a personal calificado de Cisco Systems Perú). A continuación se muestra una tabla donde se obtiene el ancho de banda mínimo para la red del Mini-Telecentro.

Tabla 4.3: Cálculo del consumo de ancho de banda

Servicio	Nº de equipos	BW por unidad (Kbps)	BW grupal (Kbps)	Factor	BW Total (Kbps)
Acceso a Internet	19 PCs	64	1216	0.5	608
VoIP	9 PCs 3 Telfs. IP	80	960	0.2	192
Video-conferencia	1 PC	384	384	1	384
Sub-Total			2560	TOTAL	1184

De acuerdo a la tabla anterior, el mínimo ancho de banda requerido en el Mini-Telecentro es de 1184Kbps, por lo cual se debe considerar una cantidad mayor para librar de inconvenientes a la red.

4.4.3 Administración del tráfico de la red

Como ya se vio anteriormente, la red se encuentra dividida en VLANs con el objetivo de establecer diferencias en cuanto a los servicios que brinda el Mini-Telecentro. Por lo tanto se separa en VLANs los servicios de la red, de acuerdo a la prioridad de datos a ser transmitidos, de este modo se tiene con más baja prioridad a los servicios de correo, transferencia de archivos, envío y recepción de datos; y se da una mayor prioridad a los servicios de voz y video para evitar la congestión de la red y poder usar estos servicios sin interrupciones o baja calidad, por lo cual, requieren gran ancho de banda y la garantía de que la transmisión se realice sin pérdida de paquetes.

Para obtener un buen rendimiento en las aplicaciones de videoconferencia y VoIP se debe incluir lo que se conoce como Calidad de Servicio o QoS. La QoS consiste en una serie de procedimientos, técnicas, estándares y políticas aplicadas sobre los elementos de la capa 2 y 3 de una red basada en enrutamiento IP, influye en el tráfico de los paquetes IP en función de estos aspectos:

- Retardo de conexiones “End to End”
- Ancho de Banda
- Jitter (Variación de Retardo)
- Pérdida de paquetes

Debido a que la red IPv4 no está diseñada para tráfico de data multimedia, es decir, voz, audio, video; pues son muy sensibles a la temporización y TCP asegura conexiones fiables, pero con retardo considerable que afectan a las aplicaciones de voz; entonces se utiliza UDP para el Tráfico de Voz y Multimedia sobre IPv4. De este modo la implementación de QoS, se realiza primero identificando y clasificando

el tráfico IPv4, pues reconoce la cabecera de los paquetes de datos, las cuales, brindan información sobre el resto del paquete, una vez reconocido el tipo de paquete se le asigna una prioridad determinada marcando la bandera de ToS (Tipo de Servicio), de esta manera el equipo que emite el paquete pone una marca y los equipos que atraviese el paquete deberán reconocer esa marca y ser capaces de diferenciar entre las prioridades de cada una, así se puede asignar una prioridad alta a los paquetes de voz, audio y video. Luego de identificado el tráfico IP, define políticas y estrategias de control; seguidamente define niveles de servicio; y finalmente implementa reglas, políticas de control y aseguramiento de QoS. Estos procedimientos se implementan en el Switch (capa 2) y en el Router (capa 3). [35]

4.5 Selección de equipos

La selección de equipos es un punto fundamental en este diseño, pues se busca maximizar la eficiencia al escoger los mejores productos que se acomoden a los requerimientos del diseño, pero a un precio justo.

4.5.1 Equipos involucrados en el diseño de la red

A continuación se listan los equipos que serán necesarios para la instalación de la red y se indica su relación con cada ambiente del Mini-Telecentro.

Tabla 4.4: Equipamiento del Mini-Telecentro

Equipo	Cantidad	Localización
PC Desktop	19	Recepción (1)
		Administración (2)
		Videoconferencia (1)
		Cubículo 1 (1)
		Cubículo 2 (1)
		Sala de Cómputo (13)
Impresora multifuncional	1	Sala de Cómputo
Servidores	5	Cuarto de equipos
Router	1	Cuarto de equipos
Switch (capa 2)	2	Cuarto de equipos
Firewall (hardware)	1	Cuarto de equipos
Access Point (54Mbps)	1	Administración
Teléfono IP	3	Área de teléfonos
Radio VHF/HF	1	Sala de radio

4.5.2 Consideraciones para la selección de equipos

Para la selección correcta de los equipos, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el capítulo anterior se observaron algunas consideraciones sobre la red, una de estas era el protocolo de transmisión que se utilizará. En este caso, se trata del protocolo de red Ethernet, por lo cual, se debe tener en cuenta que las tarjetas de red de las computadoras soporten el estándar IEEE 802.3 y que los switches y router cuenten con la interfaz 10/100 base T. En cuanto al punto de acceso inalámbrico, deberá contar por lo menos con el estándar 802.11b.
- Se debe buscar los equipos que reúnan las características que vayan de acuerdo al diseño y a su ubicación física dentro del Mini-Telecentro, tal es así como el tamaño del equipo, compatibilidad, apariencia exterior y facilidad de instalación.
- Una consideración muy importante es la facilidad de adquirir los equipos seleccionados, es decir, analizar que se encuentren en el mismo país para evitar trámites que involucren gastos innecesarios y latencias al momento de la importación. Además que la empresa proveedora pueda dar mantenimiento a los equipos de manera rápida y efectiva. Por estas razones, se debe incluir el costo de instalación y mantenimiento en el precio de cada equipo para el presupuesto de la red.

4.5.3 Comparaciones para la elección de los equipos

Es necesaria la comparación de las características de los equipos más importantes de la red. La investigación sobre los equipos que se necesitan, en diferentes fabricantes y a diversos precios, conllevará a la mejor elección.

- **PC Desktop**

Inicialmente se consideró para este diseño el uso de computadoras portátiles, por su bajo consumo de potencia (alrededor de 65 watts en la mayoría de modelos). El inconveniente que se observó fue la escasa seguridad, ya que estas computadoras se caracterizan por su facilidad para movilizarse y transportarse. Debido a esto se optó por la utilización de computadoras de escritorio (PC desktop) y se hizo un análisis comparativo para seleccionar aquella con menor consumo de potencia y a un precio factible. Los datos de potencia corresponden al CPU y se obtuvieron utilizando una calculadora virtual. Para el caso de la PC Lenovo ThinkCentre A61e el dato de potencia se encuentra en la hoja de datos en el CD de anexos. En cuanto

a los precios mostrados, éstos son referenciales e incluyen CPU, monitor, teclado y mouse por cada PC.

Tabla 4.5: Cuadro comparativo de ordenadores de escritorio [37]

Marca Modelo	Características Principales				Watts (CPU)	Precio USD
Modelo PC Standard	Procesador Intel 3.2 Ghz "PENTIUM 4"	Video 256 MB Integrado	DDR2 1GB	DVD -RW LG 20x	321	460.00
HP Compaq Presario SG3213LA	Procesador Intel® Pentium® Dual-Core E2140 de 1.6 Ghz	Video 256 MB Integrado	1GB DDR2	DVD -RW	269	738.49
PC ONE QSAS30005 16DWL	AMD SEMPRON 3000+	Video 256 MB Integrado	512M B DDR	DVD -RW	253	549.48
XPERTO CDC25232D W8L	Intel Celeron Dual Core 2.5 Ghz	Nvidia 7050	2GB DDR2	DVD -RW	473	563.03
Lenovo ThinkCentre A61e	AMD® Sempron LE- 1150	ATI Radeon X1200	512M B DDR2	16x DVD- ROM	45	810.00

Luego de realizado el análisis, se seleccionó el computador Lenovo ThinkCentre A61e, pues el consumo de potencia de su CPU es mínimo. Si se toma en cuenta que son 19 computadoras es conveniente que estas consuman poca energía para que las dimensiones del suministro eléctrico sean menores.

La PC escogida incluye en su precio al monitor 17" TFT Widescreen Black/Silver Multimedia HW173AB, cuyo consumo de potencia es de 28 watts como se observa en la hoja de datos incluida en el CD de anexos.

▪ Servidores

Del mismo modo para la elección de servidores tomamos en cuenta las características de diferentes marcas y las contrastamos con los precios que ofrece el mercado nacional. Es importante analizar empresas que den soporte en nuestro país, pues así tendremos una rápida solución a los inconvenientes que se puedan presentar al utilizar el equipo, los datos de consumo de energía se obtuvieron de las hojas de datos de los productos.

Tabla 4.6: Cuadro comparativo de servidores

Marca/ Modelo	Procesador	Disco Duro	Watts	Precio USD
HP Proliant ML370 G5	Intel Xeon Quad-Core E5430 2.66 GHz	160 GB SATA	80	2069.0
IBM System x3650	Intel Xeon Quad Core E5430 2.66GHz	146 GB SAS	835	3276.0
DELL Power Edge 1950 III	Intel Xeon cuádruple E5405 2.0GHz	160 GB SATA	670	2102.0

Después de analizar el cuadro anterior, se elige el servidor HP Proliant ML370 G5, pues es el que consume menor potencia, tiene un precio razonable y puede ser adquirido a través de cualquier distribuidor de Hewlett Packard en Perú.

▪ Router

Dispositivo de capa 3, encargado de la interconexión de la red local a la WAN de Internet, además de la interconexión de las VLANs internas. Es necesario que los equipos a comparar en este rubro cumplan con las características necesarias para satisfacer el diseño de la red, dichas características son las que se muestran a continuación:

- Como mínimo dos puertos Ethernet 10/100/1000 Base T
- Servicios integrados para seguridad y voz
- Modularidad
- Soporte para VoIP y videoconferencia

Tabla 4.7: Cuadro comparativo de routers

Marca	Modelo – Descripción	Watts	Precio USD
CISCO	2801 Voice Bundle w/ PVDM2-8,FL-CCME-25, SP Serv,128F/256D	105	1949.85
3COM	MSR 50 – 40	350	1623.83

Ambos modelos del cuadro cumplen las características requeridas, pero optaremos por el modelo de Cisco, ya que el router es el equipo más importante de la red,

pues a través de el se tiene conectividad a Internet, por lo tanto resulta más seguro contar con una marca de amplia trayectoria y que tiene soporte técnico en Perú, además tiene menor consumo de potencia que la otra opción. Los datos de potencia se pueden revisar en las hojas de datos en el CD de Anexos.

▪ Switch

Para este diseño se deben seleccionar dos Switch de capa 2 que tengan las siguientes características:

- Debe contar con 24 puertos 10/100 Mbps
- Velocidad de conexión 10 Base T y 100 Base T
- Transmisión full dúplex
- Control de pérdida de datos

Tabla 4.8: Cuadro comparativo de switch de capa 2 de 24 puertos

Marca	Modelo – Descripción	Watts	Precio USD
CISCO	Catalyst Express 500 24 10/100 (24PoE)	30	1760.85
D-LINK	DES-1228P 24PoE	222	639.10

Se escoge el switch Cisco, ya que es una marca conocida en nuestro país y cuenta con soporte técnico, cumple las características deseadas con un bajo consumo de potencia en comparación con la otra opción. Si bien el costo es elevado, este equipo presenta características avanzadas, por ejemplo, cuenta con la tecnología Power over Ethernet (PoE) que permitirá alimentar a los teléfonos IP directamente conectados al Switch sin necesidad de conectarlos a la red eléctrica, lo cual conlleva a un ahorro de energía. Por otro lado, por ser de la misma marca que el router no se tendrá ningún tipo de problema ni conflicto al realizar la configuración.

▪ Teléfono IP

Los teléfonos IP a utilizar serán los de la marca Cisco por su amplia experiencia en este rubro.

Tabla 4.9: Cuadro comparativo de Teléfonos IP

Marca	Modelo - Descripción	Precio USD
CISCO	Cisco SIP Phone 3911	85.05
CISCO	Cisco IP Phone 7960G, Global	229.95

En este caso se elige la primera opción, pues no es necesario el uso de grandes aplicaciones en este teléfono porque será utilizado tan solo para realizar llamadas a cualquier parte del mundo sobre la red. El costo de este equipo es mucho menor y se acomoda a las necesidades de la población. Cabe resaltar que estos teléfonos cuentan con la tecnología Power over Ethernet (PoE), por lo que no necesitan ser conectados a la red eléctrica, basta con estar conectados al Switch.

- **Firewall**

Es importante la utilización de un cortafuego en la red, más aún si se trata de un firewall de tipo hardware que le brindará mayor seguridad a la red en cuanto a los ataques externos provenientes de Internet. Se desea obtener el bloqueo de contenido amenazante como se dispuso en el capítulo anterior, por lo cual se elige el equipo de firewall D-Link que brinda protección contra contenidos y establece altas políticas de seguridad, además tiene un menor consumo de potencia.

Tabla 4.10: Firewall de tipo hardware

Marca	Modelo – Descripción	Watts	Precio USD
CISCO	ASA 5505	180	1567.85
D-Link	DFL-210	20	1200.00

- **Access Point**

Para el caso del Access Point (AP) o punto de acceso, se tienen diferentes opciones en el mercado. En esta ocasión no se hará una comparación debido a que las características y los precios son similares para las diferentes opciones. Para el presente trabajo se utilizará el equipo Cisco Aironet AP1242AG, cabe resaltar que este AP cuenta con la tecnología Power over Ethernet (PoE), por lo que no necesita ser conectado a la red eléctrica, basta con estar conectado al Switch.

4.5.4 Especificaciones técnicas

Para obtener una visión amplia de las características de los equipos seleccionados, se debe consultar la hoja técnica de cada equipo. Estas hojas técnicas se encuentran en el CD de Anexos.

4.6 Direccionamiento IP

Una vez creada una red conectando la WAN y LAN a un router para obtener acceso a Internet, se necesitará configurar las direcciones lógicas de la red, las direcciones IP, para todos los hosts en la red para que puedan comunicarse a través de ésta.

Una dirección IP es un identificador numérico único asignado a cada máquina en una red, la IP es una dirección lógica no física. Ésta designa la ubicación específica de un dispositivo en la red, por lo cual no puede repetirse dentro de ésta. Cada red tiene una dirección y los hosts de la red comparten esa dirección, pero cada host se identifica a través de una dirección única en la red. Estas direcciones fueron creadas para permitir a hosts en una red comunicarse con hosts de otra red distinta o la misma sin importar el tipo de LAN en que los hosts estén participando.

Una dirección IP versión 4 (la que se usa actualmente) consiste de 32 bits de información, debido a la cantidad de bits puede manejar aproximadamente 4.3 mil millones de direcciones, son direcciones normalmente jerárquicas. Para mayor información sobre direccionamiento IP, consultar la fuente de esta información al final del documento. [34]

4.6.1 Direcciones Públicas y Privadas

La estabilidad de Internet depende de la unicidad de las direcciones de red públicamente utilizadas, por tanto se hace necesario un mecanismo para garantizar que las direcciones son únicas. La IANA (Internet Assigned Numbers Authority, Agencia de asignación de números Internet), administra el suministro de direcciones IP para garantizar que no se produzca duplicidad de las direcciones usadas públicamente, lo cual, puede ocasionar inestabilidad en Internet y comprometer su capacidad de entrega de datagramas. Las direcciones IP son únicas, no hay dos máquinas que tengan la misma dirección IP, porque las direcciones IP públicas son globales y están normalizadas. Las direcciones IP públicas se obtienen de un ISP (Proveedor de servicios de Internet) o de un registro con algún gasto.

Debido al rápido incremento de Internet, las direcciones IP empiezan a agotarse por lo que se empieza a desarrollar nuevos esquemas de direccionamiento como el de IPv6 que aún no entra en vigencia, pero lo hará en un futuro cercano. Otra solución que se da es el uso de direcciones privadas, si bien los hosts de Internet requieren una IP globalmente única, las redes privadas que no están conectadas a Internet pueden utilizar cualquier dirección válida, siempre y cuando ésta sea única dentro de esa red privada. La RFC 1918 separa tres bloques de direcciones IP para uso privado, interno; determinados en las clases A, B y C. Estas direcciones no se

enrutan en el backbone de Internet. Estas direcciones son visibles únicamente por hosts de su propia red o de otras redes privadas que se interconectan a través de un router, las máquinas con direcciones IP privadas salen a Internet a través de un router con una IP pública. Para tomar una dirección IP privada y convertirla usando NAT (Network Address Translation) en una IP pública y poder usarla en una conexión a Internet.

4.6.2 Asignación de direcciones IP para el Mini-Telecentro

Debido a que la cantidad de ordenadores no es muy grande en las instalaciones del Mini-Telecentro, se usará las direcciones IP privadas de Clase C.

Para el Mini-Telecentro, se tomará como base lo siguiente:

Dirección IP privada: 192.168.2.0

Máscara de red: 255.255.255.0

Utilizando esta clase de direcciones IP, se tienen 256 direcciones, pero solo 254 disponibles para hosts, pues la primer dirección 192.168.2.0 define a la propia red y la última dirección 192.168.2.255 se utiliza para direcciones de broadcast dirigido. El número de hosts en el Mini-Telecentro es 19, como se observa una red de clase C es más que suficiente. A pesar de que se trate de una red con pocos ordenadores conectados, es necesaria una división en partes de la misma, pues existe la posibilidad de que la red se extienda en un futuro no muy lejano y cuando aumenta el número de hosts, aumenta también el número de transmisiones broadcast, por lo tanto, puede llegar un momento en el que dicho tráfico congestione toda la red al consumir un ancho de banda excesivo. Para solucionar este problema es necesario dividir a la red en una serie de subredes, de tal forma que cada una de ellas funcione a nivel de envío y recepción de paquetes como una red individual, aunque todas pertenezcan a la misma red principal. De este modo aunque la red en conjunto tendrá una dirección IP única, a nivel administrativo podremos manejar subredes diferenciadas para obtener un control del tráfico de la red.

El rango de direcciones válidas para hosts en este caso es de 192.168.2.1 hasta 192.168.2.254. De acuerdo a lo señalado anteriormente, la red se encuentra dividida en 5 VLANs o redes virtuales, por lo cual, se dividirá la red en 8 subredes que son suficientes para cubrir las 5 subredes requeridas. Para dividir en subredes a la red principal, se cambió a 1 los 3 primeros bits de la máscara del último byte de la IP de la red, con lo que los 5 bits restantes determinan el número de hosts que puede llegar hasta 32, pero solo 30 hosts ($2^5 = 32 - 2 = 30$) son válidos para cada

subred. Entonces la máscara para el subneteo será: 255.255.255.224 ó con el prefijo /27. [34]

Número total de subredes: 8

Subredes requeridas: 5

Número total de hosts por subred: 32

Número de hosts válidos por subred: 30

Tabla 4.11: Direcciones de subredes

Máscara constante para todas las subredes: 255.255.255.224				
Nº de red	Subred	Primer host	Último host	Broadcast
1	192.168.2.0	192.168.2.1	192.168.2.30	192.168.2.31
2	192.168.2.32	192.168.2.33	192.168.2.62	192.168.2.63
3	192.168.2.64	192.168.2.65	192.168.2.94	192.168.2.95
4	192.168.2.96	192.168.2.97	192.168.2.126	192.168.2.127
5	192.168.2.128	192.168.2.129	192.168.2.158	192.168.2.159
6	192.168.2.160	192.168.2.161	192.168.2.190	192.168.2.191
7	192.168.2.192	192.168.2.193	192.168.2.222	192.168.2.223
8	192.168.2.224	192.168.2.225	192.168.2.254	192.168.2.255

De las redes que se muestran, no se utilizan ni la primera ni la última, ya que la primera es la dirección de red y la última es la dirección de broadcast. Se utilizarán solo 5 de las restantes, pues la red principal está segmentada en 5 VLANs de la siguiente manera:

Tabla 4.12: Direcciones del Mini-Telecentro

Nº de subred	Dirección IP	Asociada a	Descripción
2	192.168.2.32	VLAN 1	Servidores
3	192.168.2.64	VLAN 2	Equipos de la administración, recepción, sala de cómputo y cubículos.
4	192.168.2.96	VLAN 3	Access Point
5	192.168.2.128	VLAN 4	Equipo para videoconferencia
6	192.168.2.160	VLAN 5	Teléfonos IP

4.7 Seguridad en la red

Es importante proteger la red y mantener la seguridad para poder brindar un adecuado servicio libre de amenazas a los consumidores, por lo cual se consideran aspectos como limitación de contenido en cuanto a accesos externos no autorizados, regulación del contenido que viaja a través de la red interna, almacenamiento y registro de la información en todo momento.

4.7.1 Firewall

Es un sistema de seguridad que aplica una política de control de acceso entre dos redes como mínimo; restringe el acceso de usuarios externos a una red interna y de usuarios internos al exterior, para regular esta configuración se debe tomar en cuenta la política de seguridad de la compañía o lugar donde será establecida. Estas políticas pueden limitar el acceso externo no autorizado como pueden ser los hackers, ya que la red estará conectada permanentemente a Internet; y además limita el acceso a ciertos recursos del sistema a usuarios dentro de la misma red interna, cabe señalar que es necesario el monitoreo del sistema de seguridad ya que los firewalls no son seguros al 100% y puede ocurrir que el firewall sea violado, con lo cual, la red se pondría en riesgo. En este caso se utilizará el firewall como punto de paso a Internet y éste podrá decidir si el contenido es o no aceptable y retransmitirlo a su destino.

Existen diversos tipos de firewall software y hardware, están los que protegen la red a través del correo; los que solo bloquean servicios que son vulnerables; los que bloquean el acceso de fuera hacia adentro, los que permiten que los usuarios internos se comuniquen libremente con el exterior. Todos los firewall protegen contra “logins” sin autorización, con esto se previenen ataques en máquinas y software en la red. La utilización de un firewall permite concentrar todo el software de seguridad en un punto central en lugar de implementarlo en cada host.

Para instalar un firewall en la red se debe conocer los puntos vulnerables de ésta y los servicios que brinda. Además se debe considerar la política de seguridad definida; el nivel de vigilancia, redundancia y control; y la financiación. Los usos de un firewall son:

- Aislamiento de Internet: Análisis del tráfico que pasa a través de la red para permitir solo los accesos seguros.
- Cuello de botella: Administra y monitorea la seguridad de la red en un solo punto, el firewall alertará los intentos de penetración no autorizada en la red y la tentativa de enviar información desde ella como troyanos.

- Auditoría y registro de uso: Recopila información del uso interno y externo de la red y esto permite observar el tipo de tráfico, ancho de banda consumido, etc.
- Seguridad de contenidos: Vulnerables frente a virus, actualmente existen filtros que consumen muchos recursos, pero no ofrecen una protección al 100%.
- Autenticación: Algunos firewall permiten la autenticación de usuarios usando métodos sofisticados, basados en tarjetas inteligentes, contraseñas de un solo uso, llaves hardware, etc. Además con la función de traducción de direcciones de red NAT (Network Address Translation) se puede ocultar el rango de direccionamiento interno de la red privada, cuya cara va al exterior usando una traducción de direcciones. [38]

Para este diseño de red, se implementará un firewall en hardware con la capacidad necesaria para detectar y bloquear contenido que sea una amenaza para la red y poder así proteger a la red y a sus usuarios.

4.7.2 Servidor Proxy

Es un equipo intermediario que se ubica entre el usuario e Internet. Puede usarse para registrar el uso de Internet y también bloquear el acceso a una sede Web. Posee un servidor de seguridad que bloquea páginas web de acuerdo a las políticas establecidas para la red, además filtra el contenido, el manejo del contenido lo implementan los administradores de la red.

Estos servidores, además, mejoran el rendimiento, pues guardan en la memoria caché las páginas web recientemente visitadas, por un período de tiempo. De este modo, si se solicita el acceso a cierta página web guardada en la caché, el servidor utiliza esta información en vez de recuperarla del proveedor de contenidos, haciendo el acceso más rápido a dicha página web. En este diseño, también se considera un servidor Proxy con firewall, para limitar el contenido y los accesos dentro de la red; así como para mantener un registro de los cambios en la red y observar el tipo de tráfico, consumo de ancho de banda, etc.

4.8 Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra o grounding es una conexión conductora entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra o algún elemento conductor que simule la tierra. Las razones más importantes para la puesta a tierra son: la protección contra altas tensiones (fallas del suministro y descargas atmosféricas), la referencia de la señal de 0 voltios, pero sobre todo para la seguridad personal. La norma que establece

los requerimientos de puesta a tierra y conexiones para sistemas de telecomunicaciones en edificios comerciales es la ANSI/TIA/EIA – 607, además del Código Nacional de Electricidad que establece requerimientos de seguridad mínimos. La Norma ANSI/NFPA 780 regula sistemas de protección contra descargas atmosféricas para edificios.

El sistema de puesta a tierra y conexión equipotencial del sistema de telecomunicaciones en una edificación se conecta a todos los dispositivos de protección de los circuitos y partes metálicas que no conducen corriente, tales como canaletas, racks de equipos, conductores, equipo eléctrico.

4.8.1 Funcionalidad de la puesta a tierra

El sistema de tierra busca minimizar los efectos de los transitorios de la fuente de alimentación, a través de caminos a tierra más cortos y de menos impedancia. Además, busca cancelar los transitorios antes mencionados cuando llegan al equipo de comunicaciones en un extremo, al aumentar el acoplamiento eléctrico y magnético estableciendo la cercanía del cable de conexión a tierra al cable de telecomunicaciones.

La puesta a tierra de Telecomunicaciones es común en las instalaciones de entrada, el cuarto de equipos y el cuarto de telecomunicaciones, cabe resaltar que en este diseño se cuenta con un solo cuarto de equipos y una instalación de entrada que se encuentra dentro del mismo, debido a que las magnitudes del lugar son pequeñas.

Los requerimientos de conexión para edificios de telecomunicaciones se señalan en la norma ANSI J-TD-607-A. En instalaciones en los cuartos de equipos se utilizan barras de conexión de telecomunicaciones para organizar las múltiples conexiones que se presentan.

4.8.2 Enlace equipotencial a tierra de Telecomunicaciones

El conductor de conexión para telecomunicaciones (BCT) debe conectar la barra de tierra principal de telecomunicaciones (TMGB) a la puesta a tierra del sistema de alimentación.

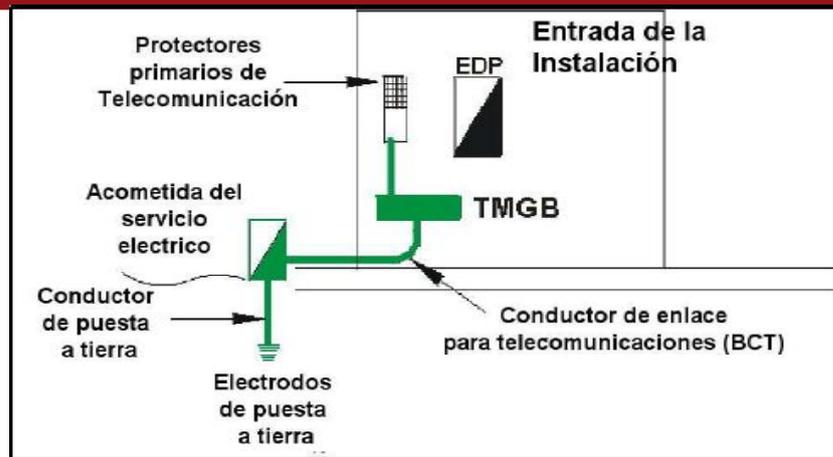


Figura 4.5: Esquema de conexión

La TMGB sirve como una extensión dedicada del sistema de electrodos de tierra del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones, se instala una por edificio y a la entrada de la instalación. Debe estar aislada del soporte y conectada a las canalizaciones metálicas.

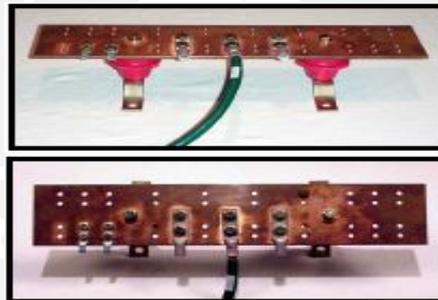


Figura 4.6: Barra de tierra principal de telecomunicaciones

La barra de tierra para telecomunicaciones (TGB) se ubica en cada gabinete, montada en la parte superior trasera aislada usando polímeros. Ésta debe estar conectada a la tierra de los equipos y a todas las canalizaciones.

El conductor central de enlace equipotencial de telecomunicaciones (TBB) es el encargado de interconectar todos los TGB al TMGB, reduce las diferencias de potencial. En la norma ANSI/TIA/EIA-607-A se brinda la guía para la selección de conductor de acuerdo a la longitud.



Figura 4.7: Instalaciones de puesta a tierra

Para la conexión equipotencial dentro del edificio, se recomienda conectar a tierra todos los elementos metálicos que no llevan corriente tales como racks de equipos, bandejas de cables tipo escalera, estructura metálica del cable. [39]

4.8.3 Pozo a tierra

La región Madre de Dios presenta un clima complicado, pues son muy comunes las lluvias y descargas eléctricas en determinadas épocas del año, por lo cual se debe asegurar el buen funcionamiento de todos los equipos del Mini-Telecentro a cualquier condición ambiental. Para esto se requiere sistemas de protección como el pozo a tierra. Para la realización del pozo a tierra, es necesario que se conozca la resistividad del terreno en el cual se va a trabajar, las características del sistema que se desea poner a tierra y los cálculos para la elección del electrodo. En caso de equipos de comunicaciones se recomienda la resistividad del pozo a tierra de 3 a 5 ohmios. Para reducir la resistencia eléctrica del suelo se puede aumentar el número de electrodos en paralelo, aumentar la distancia entre ejes de los electrodos, incrementar la longitud o diámetro de los electrodos o también se puede usar el tratamiento químico electrolítico del terreno.

Para este diseño se usarán electrodos en paralelo para una aceptable resistencia que debe estar entre 3 a 5 ohmios. Luego utilizando el telurómetro se evaluará y medirá la resistencia del terreno, seguidamente se procede a la excavación de los pozos de 1m² de área por 3m de profundidad, separados 6m uno del otro, luego se abren las zanjas para la puesta en paralelo.

Se deben rellenar los pozos utilizando tierra de cultivo con bentonita hasta los primeros 0.3m y se compacta, se instala la varilla de cobre electrolítico de 3/4" x 2.4m con la helicoidal de cable desnudo de 50mm² y se rellena los siguientes 0.2m se vuelve a compactar y se repite hasta llegar a 1m³ de profundidad. Después se aplica 1 dosis por 1m³ de THOR-GEL al pozo hasta su total absorción. Finalmente se conectan los pozos con un cable desnudo de 50mm² dentro de las zanjas, para la puesta en paralelo, y es tapado con el tamizado de tierra agrícola y bentonita.

Las inspecciones deben realizarse anualmente para comprobar la resistencia y las conexiones y se debe hacer en el tiempo de sequía que es el momento más crítico del año por falta de humedad. Se debe incluir un nuevo tratamiento de THOR-GEL (tratamiento preventivo) cada 4 años.

4.8.4 Protección contra descargas atmosféricas

Se debe contar con pararrayos instalados en el techo del Mini-Telecentro con conductores de ecualización, conductores de bajada, electrodos de puesta a tierra o un anillo alrededor del edificio. Para instalar este sistema se debe seguir la norma NFPA 780 y tener en cuenta que todos los sistemas de puesta a tierra deben conectarse juntos a una distancia de 4 metros de la base de la edificación. Asimismo, es de gran importancia que todos los sistemas estén enlazados a una puesta a tierra común.

4.9 Sistema de Aire Acondicionado

El Mini-Telecentro se ubicará en la localidad de Santa María en la región de Madre de Dios. Como es sabido, la región selva del Perú es la que presenta las más altas temperaturas en la mayoría de meses del año. Los equipos que están provistos para el Mini-Telecentro deben trabajar optimamente, por lo cual es necesario mantener el área de los equipos de comunicaciones y de computadoras, a una temperatura adecuada para su correcto funcionamiento. Debido a esta situación es conveniente la instalación de un sistema de aire acondicionado que cubra las necesidades de temperatura y confort de los equipos y los usuarios.

Para el diseño de este sistema se hacen las consultas pertinentes a especialistas en el tema. En este caso se consultó a la empresa Emerson, la cual, brindó una solución que se detalla en presupuesto e instalación a continuación. Cabe señalar que el cuarto de equipos tendrá un sistema de precisión de 1 tonelada que mantendrá al lugar a 18° C y en la sala de cómputo se utilizará split ducto de 5 toneladas para mantener el lugar a aproximadamente 23°C.

Tabla 4.13: Presupuesto de aire acondicionado

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
EQUIPOS				
1	1	Equipo de Aire Acondicionado, marca: LIEBERT, modelo: Datamate de 1.5TR - Unidad Evaporadora DME020E-PH3, con Refrigerante R-22 208/230V /1PH/60Hz -, Electric Reheat, y la unidad condensadora PFH020A-PL3 Incluye: Export Packaging	19.647.94	19.647.94
SUB-TOTAL EQUIPOS				19,647.94

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
SERVICIOS				
1	1	Instalación de (01) equipo de A/C de Precisión-Modelo DATAMATE 1.5 Toneladas de capacidad de refrigeración, distancia aprox. de interconexión entre unidades (evaporador y condensador remoto) de 36 m; punto de agua y drenaje dejado por el cliente a 1mt de distancia. Punto de energía al evaporador a 1mt de distancia; distancia aprox (promedio) de cableado de control entre la Unidad Evaporadora y condensadora remoto de 36m; sum e inst del (01) protector de voltaje. EL TABLERO ELÉCTRICO PARA LOS EQUIPOS, PROTEGIDO CON LOS INTERRUPTORES ADECUADOS Y NECESARIOS SERÁ SUMINISTRADO E INSTALADO POR EL CONTRATISTA DE OBRAS ELÉCTRICAS DENTRO DEL DATACENTER. (Considerar por Equipo llaves termomagnéticas Merlin Gerin C60 de 2 x 25 - Cable para 23.5Amps para la U.Evaporadora y de 2 x 25 - Cable para 15Amps para la U.Condensadora, del tablero se va a cablear para la U.C.).	8.060.29	8.060.29
2	1	Transporte del equipo de aire acondicionado de precisión de 5TR desde el almacén de Chorrillos hasta el local del cliente ubicado en los olivos. No se considera el uso de GRUA para el izaje de las unidades hasta su lugar definitivo (según lo definido por el cliente existe la ruta y los pases necesarios para ubicar las unidades en sus lugares definitivos son sin el uso de GRUA).	2.500.00	2.500.00
3	1	Supervisión de Obra	1.000.00	1.000.00
SUB-TOTAL SERVICIOS				11,560.29

TOTAL PROYECTO (S/.)			31,208.23
-----------------------------	--	--	------------------

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
OPCIONALES				
1	1	Tarjeta de Interface para Monitoreo-Remoto (con protocolo SNMP), marca: Liebert, modelo: NIC (Network Interface Card) (OPCIONAL)	4.791.84	4.791.84
SUB-TOTAL OPCIONALES				4,791.84

CONDICIONES COMERCIALES:

1. Los precios no incluyen el I.G.V (18%) y están expresados en NUEVOS SOLES.
2. Tiempo de Entrega: 11 a 12 Semanas / Tiempo de Instalación de equipos 10 días.
3. Tiempo de Garantía: La garantía es de 01 año contra defectos de fabricación de los equipos y/o sus partes ofertadas.
4. Validez de la oferta: 15 días, para garantizar el tiempo de entrega de los equipos ofertados.

ALCANCES DE LA GARANTÍA:

- * La garantía cubre el cambio de partes y piezas del equipo de aire acondicionado de precisión ofertado, de presentarse una falla por defecto de fabricación.
- Para que sea efectiva la garantía se cumplir con lo siguiente:
 - * El equipo de aire acondicionado de precisión ofertado debe contar con un programa de mantenimiento preventivo, con una frecuencia bimestral (6 visitas al año) y realizado por personal especializado y autorizado por Emerson.
 - * El recinto de seguridad debe estar intacto y no debe tener signos de haber sido removido.
- * La Garantía no cubre daños o defectos causados por:
 1. Uso indebido (Si el equipamiento no es utilizado según el manual de usuario).
 2. Aplicaciones no apropiadas.
 3. Voltajes y capacidades que no se ajusten a las dimensionadas.
 4. Instalación contraria a la recomendada por el fabricante y realizada por terceros.
 5. Condiciones de operación en ambientes inadecuados, atmósfera corrosiva, ambientes con excesivo polvo, arena o partículas metálicas.
 6. Intervención y/o desarme del equipamiento por personal no autorizado por Emerson.
 7. Golpes causados por transporte incorrecto o accidentes de tránsito originados por terceros.
 8. Radiación, fenómenos atmosféricos, u otros debido a fuerzas de la Naturaleza o casos de fuerza mayor.

4.10 Suministro Eléctrico

En los primeros capítulos se mencionó que el Mini-Telecentro se ubicaría en Santa María, la cual, es una zona rural que no cuenta con fluido eléctrico. Actualmente el gobierno regional está elaborando un proyecto para extender la red eléctrica a lo largo de un trecho determinado, donde se incluiría la zona de estudio, pero de acuerdo a la situación actual de Santa María es preciso tener en cuenta un sistema de suministro eléctrico alternativo. Cuando se realizó la visita al lugar se observó la utilización de algunos paneles solares, estos recursos que utilizan la energía solar, se presentan como una buena opción para el suministro eléctrico del Mini-Telecentro a través de la implementación de sistemas fotovoltaicos.

4.10.1 Sistemas Fotovoltaicos

Se utiliza en lugares donde no llega la red eléctrica. La energía se almacena en baterías durante las horas que el sol ilumina, para poderla utilizar cuando sea necesaria. Los componentes involucrados en la instalación son los siguientes:

- Campo fotovoltaico: Capta la radiación solar y la transforma en electricidad a corriente continua, se trata de de los paneles solares.
- Baterías: Almacenan la energía producida durante las horas de radiación solar, esto permite que se pueda utilizar esa energía durante las 24 horas del día y cuando la radiación sea escasa.
- Regulador de carga: Protege las baterías de sobrecargas y descargas
- Inversores: Transforma la corriente continua obtenida de los paneles solares en corriente alterna para poder utilizar los aparatos de consumo.

Para calcular los parámetros de la instalación se debe tomar en cuenta la demanda energética durante los meses más desfavorables y las condiciones técnicas óptimas de inclinación y orientación de los paneles solares. La instalación puede cubrir tranquilamente el total de las necesidades eléctricas, aún así, es importante que los usuarios estén mentalizados sobre el consumo responsable para aprovechar al máximo la radiación solar, por esta razón, se recomienda seleccionar equipos eficientes para optimizar el sistema.

4.10.2 Dimensionamiento del Sistema

Para saber el tamaño del sistema se debe hacer el cálculo de las cargas, para lo cual, tomamos en cuenta el consumo de energía individual de los equipos utilizados en la red y el tiempo de uso cotidiano y obtener la carga total del Mini-Telecentro. Los datos de consumo de potencia se obtuvieron anteriormente según la hoja de datos de los fabricantes. Para el caso de la impresora multifuncional se

tiene 4.58Kw-h por semana luego del cálculo respectivo para un día, se obtiene la cantidad mostrada en el cuadro, el dato de potencia se encuentra en la hoja de especificaciones técnicas incluida en el CD de anexos.

Tabla 4.14: Consumo en watts

Descripción	Carga(w)	Cantidad	Ciclo diario (h)	Carga (Kw-h)
CPU	45	19	12	10.26
Monitor	28	19	12	6.38
Servidores	80	5	24	9.6
Router	105	1	24	2.52
Switch	30	2	24	1.44
Firewall	20	1	24	0.48
Radio	100	1	12	1.2
Impresora Mult.	54	1	12	0.65
Luminarias	35	15	12	6.3
Total				38.83

Luego de realizado el cálculo anterior se procede a calcular el poder de los paneles solares, antes de esto se debe tener como dato el valor promedio de la irradiación solar en esta región del país, para lo cual, se utilizará el siguiente cuadro provisto por el Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 4.15: Irradiación solar en el Perú [50]

PROMEDIO ANUAL DE LA IRRADIACIÓN SOLAR DIARIA EN EL PERÚ								
ORDEN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (metros)	IRRADIACIÓN SOLAR Promedio Anual (kWh/m²)
1	IQUITOS	IQUITOS	MAYNAS	LORETO	73° 15 27	03° 44 47	125	3.73
2	EL CENEPÁ	EL CENEPÁ	CONDORCANQUI	AMAZONAS	78° 09 36	04° 27 45	240	2.89
3	REQUENA	REQUENA	REQUENA	LORETO	73° 50 51	05° 03 14	190	3.66
4	HDA. EL VALOR	EL MILAGRO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	78° 38 36	05° 39 33	421	4.49
5	YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	ALTO AMAZONAS	LORETO	76° 06 17	05° 53 26	185	4.14
6	JUAN GUERRA	JUAN GUERRA	SAN MARTIN	SAN MARTIN	76° 19 44	06° 34 46	330	3.95
7	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	78° 30 58	07° 09 06	2640	4.47
8	PADRE ABAD	PADRE ABAD	PADRE ABAD	UCAYALI	75° 30 27	09° 01 58	270	4.02
9	TINGO MARIA	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO	75° 59 41	09° 17 30	640	4.02
10	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	76° 14 25	09° 55 27	1895	4.52
11	HUMAYA	LEONCIO PRADO	HUAURA	LIMA	77° 00 00	11° 06 00	750	4.65
12	SAN RAMON	SAN RAMON	CHANCHAMAYO	JUNIN	75° 21 04	11° 07 05	800	3.98
13	IBERIA	IBERIA	TAHUAMANU	MADRE DE DIOS	69° 32 24	11° 23 17	350	3.68
14	HUACHAC	HUACHAC	CHUPACA	JUNIN	75° 20 29	12° 00 60	3350	4.97
15	SANTA ANA	SANTA ANA	LA CONVENCION	CUSCO	72° 41 30	12° 51 37	920	4.01
16	AYACUCHO	AYACUCHO	HUAMANGA	AYACUCHO	74° 13 25	13° 09 26	2760	4.89
17	SAN JERONIMO	SAN JERONIMO	CUSCO	CUSCO	71° 52 59	13° 32 24	3220	4.69
18	ABANCAY	ABANCAY	ABANCAY	APURIMAC	72° 52 30	13° 38 02	2376	4.75
19	MANRIQUE	INDEPENDENCIA	PISCO	ICA	76° 01 52	13° 41 18	200	4.52
20	PARCONA	PARCONA	ICA	ICA	75° 42 04	14° 02 29	389	5.04
21	ICA	ICA	ICA	ICA	75° 43 24	14° 03 60	390	4.89
22	HDA. MAJORO	NAZCA	NAZCA	ICA	74° 58 19	14° 50 20	410	5.02
23	MARCONA	MARCONA	NAZCA	ICA	75° 06 34	15° 12 34	620	4.94
24	HJARAYA	MOCHO	MOCHO	PUNO	69° 28 14	15° 23 25	3890	5.16
25	SIBAYO	SIBAYO	CAYLLOMA	AREQUIPA	71° 27 16	15° 28 54	3847	4.94
26	PUNO	PUNO	PUNO	PUNO	70° 01 38	15° 50 08	3875	5.19
27	JULI	JULI	CHUCUITO	PUNO	69° 27 26	16° 12 39	3852	5.05
28	PAMPA DE MAJES	SANTA ISABEL DE SIGUAS	AREQUIPA	AREQUIPA	72° 11 42	16° 19 32	1440	5.61
29	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	71° 31 60	16° 23 49	2350	5.31
30	CHARACATO	CHARACATO	AREQUIPA	AREQUIPA	71° 28 55	16° 28 01	2451	5.32
31	MOQUEGUA	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	MOQUEGUA	70° 55 58	17° 11 27	1412	5.36
32	PAUCARANI	PACHIA	TACNA	TACNA	69° 46 09	17° 30 42	4541	5.41
33	CALANA	CALANA	TACNA	TACNA	70° 11 08	17° 56 17	675	4.99

De acuerdo a la tabla, se observa que Madre de Dios tiene una irradiación de 3.68 Kwh/m². Entonces realizando el siguiente cálculo:

$$PoderPaneles = \frac{CargaTotal}{MáximoSol \times Ineficiencia}$$

$$PoderPaneles = \frac{38830}{3.68 \times 0.74} = 14258.96W$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Carga Total (w-h)	Máximo Sol	Ineficiencia	Poder de los paneles (w)
38830	3.68	0.74	14258.96

Se procede a calcular el número de paneles solares:

Total poder de carga	Vatios por panel	Número de Paneles
14258.96	80	178.24

Se observa que el número total de paneles solares debe ser 178.24, por lo cual se deberán instalar 179 paneles fotovoltaicos para poder darle el suministro necesario al Mini-Telecentro. La zona en la que se encontrarían las instalaciones del Mini-Telecentro cuenta con un área muy extensa en la parte exterior donde podrían caber sin problema esta cantidad de paneles.

El paso siguiente es dimensionar las baterías para lo cual calculamos la corriente por hora de la carga total, se recuerda que los datos de carga fueron obtenidos en la primera tabla de esta sección:

Se utiliza la siguiente fórmula: $CargaKA - h = \frac{Carga(Kw - h)}{VoltajeNom}$

Descripción	Carga (Kw-h)	Voltaje nominal batería	Carga KA-h
CPU	10.26	12	0.86
Monitor	6.38	12	0.53
Servidores	9.6	12	0.80
Router	2.52	12	0.21
Switch	1.44	12	0.12
Firewall	0.48	12	0.04

Descripción	Carga (Kw-h)	Voltaje nominal batería	Carga KA-h
Radio	1.2	12	0.10
Impresora Multifunción	0.65	12	0.05
Luminarias	6.3	12	0.53
Total			3.24

Luego se toma en cuenta los factores que influyen en la batería y se obtiene los siguientes cálculos:

$$CargaCorregida = \frac{CargaKA - h}{EficienciaAlambre \times EficienciaBatería}$$

$$CargaCorregida = \frac{3.24}{0.98 \times 0.85} = 3.88955582KA - h$$

Carga KA-h	Eficiencia de alambre	Eficiencia batería	Carga KA-h corregida
3.24	0.98	0.85	3.89

$$Corriente = \frac{CargaCorregida}{MáximoSol} = \frac{3889.56}{3.68} = 1056.94A$$

Carga A-h corregida	Máximo Sol	Corriente (A)
3889.56	3.68	1056.94

Finalmente se obtiene el número de baterías, para lo cual se asume un factor de tres días sin sol.

$$BateríasParalelo = \frac{CargaCorregida \times DíasSinSol}{MáximoDescarga \times CapacidadBatería} = \frac{3889.56 \times 3}{0.6 \times 110} = 176.8$$

Carga A-h corregida	Días sin sol	Máximo descarga	Capacidad Total de baterías	Capacidad de la batería A-h	Baterías en paralelo
3889.56	3	0.6	19447.8	110	176.8

Se obtiene que son necesarias 177 baterías conectadas en paralelo para satisfacer lo requerido.

Se solicitó la cotización de paneles solares y baterías a empresas que se establecen en Lima, con lo cual se garantiza el mantenimiento de los equipos que se adquieren y la solución a problemas de instalación o funcionamiento. Cabe señalar que las cotizaciones se encuentran en el CD de anexos.

- Presupuesto para paneles solares

PANEL SOLAR SUNTECH 80W 80STP		
Por Unidad (USD)	Cantidad Requerida	Costo total (USD)
617.61	179	110552.19

- Presupuesto para baterías

BATERÍA DE 15 PLACAS		
Por Unidad (USD)	Cantidad Requerida	Costo total (USD)
193.97	177	34332.69

4.11 Presupuesto de la red

En esta parte del diseño del Mini-Telecentro, se presenta el costo de los equipos de comunicaciones seleccionados de acuerdo a los requerimientos del diseño, estos precios son referenciales e incluyen IGV.

Tabla 4.16: Presupuesto de equipos

Equipo	Marca	Descripción	Cantidad	Precio Unitario USD	Sub-total USD
PC con monitor	Lenovo	Think Centre A61e	19	810.00	15390.00
Audífono con micrófono	Genius	GENIUS HS-04V	7	15.00	105.00
Servidores	HP	HP Proliant ML 370 G5	5	2069.00	10345.00
Impresora Multifunción a color	Lexmark	X543DN	1	599.00	599.00
Router	Cisco	ISR 2801	1	1949.85	1949.85
Firewall	D-Link	DFL-800	1	1200.00	1200.00
Switch	Cisco	Catalyst Express 500	2	1760.85	3521.7
Radio VHF/HF	Kenwood	TS-2000	1	2500.00	2500.00
Micrófono	Kenwood	MC-60A	1	156.70	156.70
Access Point	Cisco	Aironet AP1242AG	1	943.30	943.30
Proyector Multimedia	DLP	ViewSonic PJ513D	1	640.00	640.00
Ecran	3M	70 X 70	1	120.00	120.00
Modem	EMAX		1	140.85	140.85
				TOTAL	37611.40

Como se indicó al inicio de esta tesis, se asume que hay una conexión WIMAX a la que el Mini-Telecentro puede acceder a través de un Módem receptor. En la última línea de la tabla anterior se muestra el precio del Módem requerido tomando como referencia a la empresa EMAX que brinda servicios de conexión WIMAX. [49]

Tabla 4.17: Presupuesto de cables en soles

Imagen	Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe								
	RJ45 AMP	PLUG DE RED RJ45 AMP ORIGINAL MR. IMPRESA	160	0.800	128.000								
	JACK-RJ45-SATRA	JACK RJ45 CAT5E SATRA COLORES AM,BL,MARF	50	5.480	274.000								
	UTP-SATRA-MULT-MT	CABLE UTP MULTIFILAR SATRA AZUL X METROS	9	1.440	12.960								
	UTP-SATRA-MU-MT R	CABLE UTP MULTIFILAR SATRA ROJO X METROS	24	1.440	34.560								
	UTP-SATRA-SOL-MTS	CABLE UTP SOLIDO CAT5 SATRA 305 POR METRO	500	1.150	575.000								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Neto</th> <th>Cuota IGV</th> <th>Imposición IGV</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>860.94</td> <td>19%</td> <td>163.58</td> <td>S/. 1,024.52</td> </tr> </tbody> </table>						Neto	Cuota IGV	Imposición IGV	Total	860.94	19%	163.58	S/. 1,024.52
Neto	Cuota IGV	Imposición IGV	Total										
860.94	19%	163.58	S/. 1,024.52										

4.12 Presupuesto final del Mini-Telecentro

Este es el presupuesto final para el Mini-Telecentro que incluye los aspectos más importantes. Cabe señalar que es un cálculo aproximado, no exacto. Los precios que figuran en la tabla se obtuvieron en puntos anteriores a través de cotizaciones hechas por empresas como es el caso del sistema de aire acondicionado y el suministro eléctrico, otros precios se obtuvieron a través de ofertas del mercado local, todos incluyen IGV.

Tabla 4.18: Presupuesto para el Mini-Telecentro

Descripción	USD	PEN
Sistema de aire acondicionado	-	31208.23
Paneles solares	110552.19	312862.69
Baterías de 15 placas	34332.69	97161.51
Equipos de la red	37611.40	106440.26
Cables	-	1024.52
TOTAL S/.		548697.21

4.13 Análisis de sostenibilidad del Mini-Telecentro

Para averiguar si el Mini-Telecentro forma parte de una solución autosostenible es necesario que se tomen en cuenta los ingresos y egresos mensuales, debido a los servicios y funcionamiento respectivamente.

El Mini-Telecentro deberá contar con servicios básicos como son luz, agua y desagüe, para brindar la mayor comodidad y bienestar a los usuarios y personal del mismo. Estos servicios implican ciertos costos que deberán ser cubiertos por la administración del Mini-Telecentro.

Servicios básicos y extras del Mini-Telecentro:

- Luz: La iluminación y energización de los equipos del Mini-Telecentro están provistas por el sistema fotovoltaico, cuyo cálculo y costo se hizo anteriormente. El costo para este servicio estaría cubierto por la cantidad de paneles y baterías.
- Agua: De acuerdo a lo observado en el segundo capítulo, la localidad de Santa María no cuenta con un sistema de suministro de agua potable, en consecuencia extraen el agua del río, la almacenan en un tanque y le aplican cloro. Para el Mini-Telecentro se contará con un sistema parecido, se tendrá un tanque propio lo cual implica un costo.
- Desagüe: De igual forma, no existe un sistema de desagüe en esta localidad, por lo cual se optará por algún sistema alternativo aún no definido, pero que logre evitar el riesgo de enfermedades.
- Aire acondicionado: Cabe resaltar que en este diseño se toma en cuenta el servicio de aire acondicionado para crear el medio adecuado para los equipos y dar comodidad a los usuarios y personal. El costo de mantenimiento que este servicio involucra está cubierto por la garantía de la instalación, la cual se vio anteriormente y que se señala en esta cláusula: “El

equipo de aire acondicionado de precisión ofertado debe contar con un programa de mantenimiento preventivo, con una frecuencia bimestral (6 visitas al año) y realizado por personal especializado y autorizado por Emerson.”

A continuación se muestran los costos aproximados consultados en ofertas del mercado local, para el cálculo se asume que hay un sistema de desagüe.

Tabla 4.19: Egresos por servicios básicos

Descripción	Costo Mensual
Mantenimiento del tanque de agua	S/. 80.00
Mantenimiento del sistema de desagüe	S/. 100.00
TOTAL	S/. 180.00

Mantenimiento de la red y otros:

Se debe dar un mantenimiento preventivo a toda la red, cada cierto tiempo para asegurar el buen funcionamiento de la misma. Los datos obtenidos que se muestran a continuación fueron obtenidos a través de consultas personales hechas a un administrador de red, estos montos son aproximados e incluyen IGV.

Con respecto a costos, el mantenimiento preventivo de la red debe incluir el sueldo de la persona que da soporte a la red. Lo ideal es hacer el mantenimiento preventivo de la red una vez al mes, debido a la zona en la que se encontrará ubicado el Mini-Telecentro. Además, se incluye en esta parte el costo mensual de la conexión WIMAX tomando como referencia la tarifa de la empresa EMAX que ofrece servicios de conexión WIMAX en nuestro país. [49]

Tabla 4.20: Egresos por mantenimiento interno

Descripción	Costo Mensual
Conexión WIMAX de Mega y medio	S/. 200.00
Insumos para el mantenimiento preventivo de la red y otros	S/. 500.00 *
Beneficios de la persona que realiza el mantenimiento	S/. 1000.00
Administrador de la red	S/. 900.00
Administrador del Mini-Telecentro	S/. 900.00
Recepción	S/. 450.00
Personal de limpieza	S/. 450.00
Personal de seguridad	S/. 450.00
TOTAL	S/. 4,850.00

* Cabe resaltar que el mantenimiento a servidores se realiza cada 8 meses y es básicamente por un tema de limpieza, de igual forma el mantenimiento a las PCs se da cada 6 meses.

Siguiendo con el análisis de sostenibilidad se procede a la tarificación de los servicios. Se deben establecer tarifas adecuadas para los servicios que se brindan, de ésta forma se espera que lo recaudado mensualmente cubra los gastos de mantenimiento y de personal del Mini-Telecentro. A continuación se muestra la tabla de tarifas indicando la fuente de referencia.

Tabla 4.21: Tarificación de los servicios

Servicio	Referencia	Tarifa	Tipo
Internet	Conexión ADSL	S/. 1.50	por hora
Cubículos personales	Conexión ADSL	S/. 3.50	por hora
VoIP	Locutorios IP en zonas rurales	S/. 0.60	por minuto
Videoconferencia	Educación Superior Virtual en América Latina y el Caribe	S/. 45.00	por hora conexión nacional
		S/. 150.00	por hora conexión internacional
Impresión a color	Librerías públicas	S/. 0.80	por hoja
Impresión en negro	Librerías públicas	S/. 0.40	por hoja
Fotocopiado	Librerías públicas	S/. 0.10	por hoja

El ingreso mensual en un mes para el Mini-Telecentro, se observa en la siguiente tabla, cabe resaltar que los cálculos se hicieron tomando el peor caso.

- Internet, se asume que están en uso la mitad de computadoras disponibles (6 PCs) cada día durante 6 horas, tomando en cuenta 30 días del mes.
- Cubículos personales, se asume que está en uso al menos uno de los cubículos 6 horas semanales, cabe recordar que el propósito de la existencia de cubículos personales está orientado a que los empresarios del lugar realicen sus negociaciones en forma privada si así lo requieren.
- VoIP, se asume que están en uso al menos 1 de los teléfonos en el área del locutorio durante 3 horas diarias en promedio por 30 días. Cabe señalar que la tarifa que se aplica en la tabla anterior es para llamadas entre provincias y

departamentos, las llamadas locales entre telecentros de la misma región costarán 0.30 centavos de sol el minuto.

- Videoconferencia, se asume al menos dos horas de ésta al mes y de conexión nacional.
- Impresión en negro, se asume impresión de 25 hojas semanales.
- Fotocopiado, se asume 4 copias por día.

Tabla 4.22: Ingreso mensual

Servicio	Tarifa	Tipo	En un mes
Internet	S/. 1.50	por hora	S/. 1620.00
Cubículos personales	S/. 3.50	por hora	S/. 84.00
VoIP	S/. 0.60	por minuto	S/. 3240.00
Videoconferencia	S/. 45.00	por hora de conexión nacional	S/. 90.00
	S/. 150.00	por hora de conexión internacional	-
Impresión	S/. 0.40	por hoja	S/. 40.00
Fotocopiado	S/. 0.10	por hoja	S/. 12.00
TOTAL			S/. 5,086.00

Finalmente, el ingreso mensual del Mini-Telecentro sería, en el peor de los casos, S/. 5,086.00 y el aproximado del egreso total por gastos de mantenimiento de la red y personal del Mini-Telecentro sería de S/. 5,030.00, cantidad que puede ser cubierta por los servicios brindados en cuanto a costos.

4.14 Pruebas de laboratorio

Se utilizaron equipos de la marca Cisco para realizar las pruebas en diferentes escenarios.

4.14.1 Funcionamiento del firewall

Para realizar esta prueba se utilizó un firewall ASA 5505 conectado a un switch cisco 3750. La configuración del firewall establece ciertas políticas que permite o no la interconexión entre ciertas redes virtuales. En este caso el firewall también actúa como un router, ya que de acuerdo a si se cumplen o no las reglas establecidas enruta los paquetes según las direcciones que se indican. En la siguiente figura se muestra un esquema de la conexión:

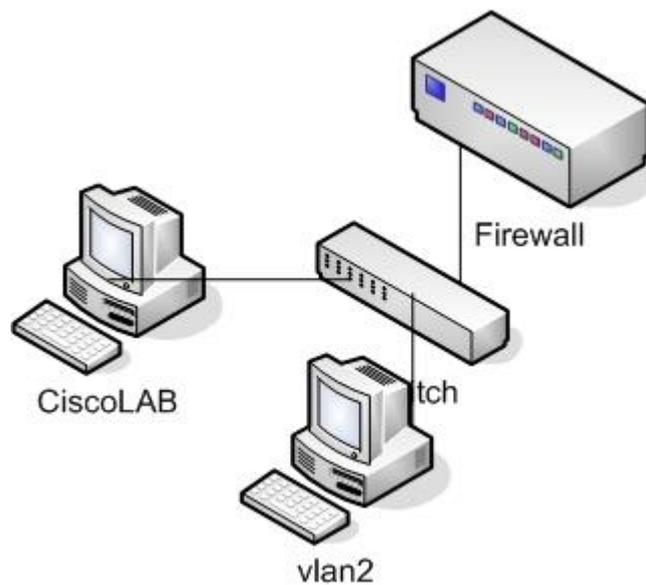


Figura 4.8: Prueba de firewall e interconexión de subredes

En esta prueba se va a lograr la creación de dos redes virtuales o VLANs y para que haya conexión solo entre dichas VLANs, se establecerán las políticas necesarias que indiquen que sólo puede haber conexión entre determinadas VLANs y no pueda haber conexión con otras que no hayan sido determinadas previamente en las reglas de seguridad. La configuración completa del Firewall se adjunta como anexo en el CD de anexos.

// Determina el rango de direcciones IP para la VLAN "ciscoLAB"

```
object-group network cinco
network-object host 10.0.4.3
network-object host 10.0.4.4
network-object host 10.0.4.5
network-object host 10.0.4.6
network-object host 10.0.4.7
```

// Permite la interconexión con los hosts de la VLAN que se define a continuación, la cual, llamaremos "vlan2":

```
access-list CiscoLAB extended permit ip object-group cinco 10.96.246.0
255.255.255.128
```

Obtenemos las siguientes pruebas:

Esta es la imagen de la computadora conectada a la VLAN llamada “ciscoLAB”

```
C:\Documents and Settings\Administrator\CISCO-E869589CB.000>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : cisco.com
    IP Address. . . . . : 10.0.4.5
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 10.0.4.2
```

Figura 4.9: PC con IP 10.0.4.5

Esta es la imagen de la computadora conectada a la VLAN llamada “vlan2”

```
Media State . . . . . : Media disconnected

Ethernet adapter Local Area Connection 1:

    Connection-specific DNS Suffix  . : cisco.com
    IP Address. . . . . : 10.96.246.17
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.128
    Default Gateway . . . . . : 10.96.246.2
```

Figura 4.10: PC con IP 10.96.246.17

Esta es la prueba de conectividad entre las VLANs “ciscoLAB” y “vlan2”

PC en vlan 2 con IP: 10.96.246.17

```
Ethernet adapter Local Area Connection 1:

    Connection-specific DNS Suffix  . : cisco.com
    IP Address. . . . . : 10.96.246.17
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.128
    Default Gateway . . . . . : 10.96.246.2

C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop>ping 10.0.4.5

Pinging 10.0.4.5 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.4.5: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.0.4.5: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.0.4.5: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.0.4.5: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.0.4.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Figura 4.11: Conectividad de PC en “vlan2” hacia PC en “ciscoLAB”

PC en vlan 2 con IP: 10.0.4.5

```
C:\Documents and Settings\Administrator.CISCO-E869589CB.000>ping 10.96.246.17

Pinging 10.96.246.17 with 32 bytes of data:

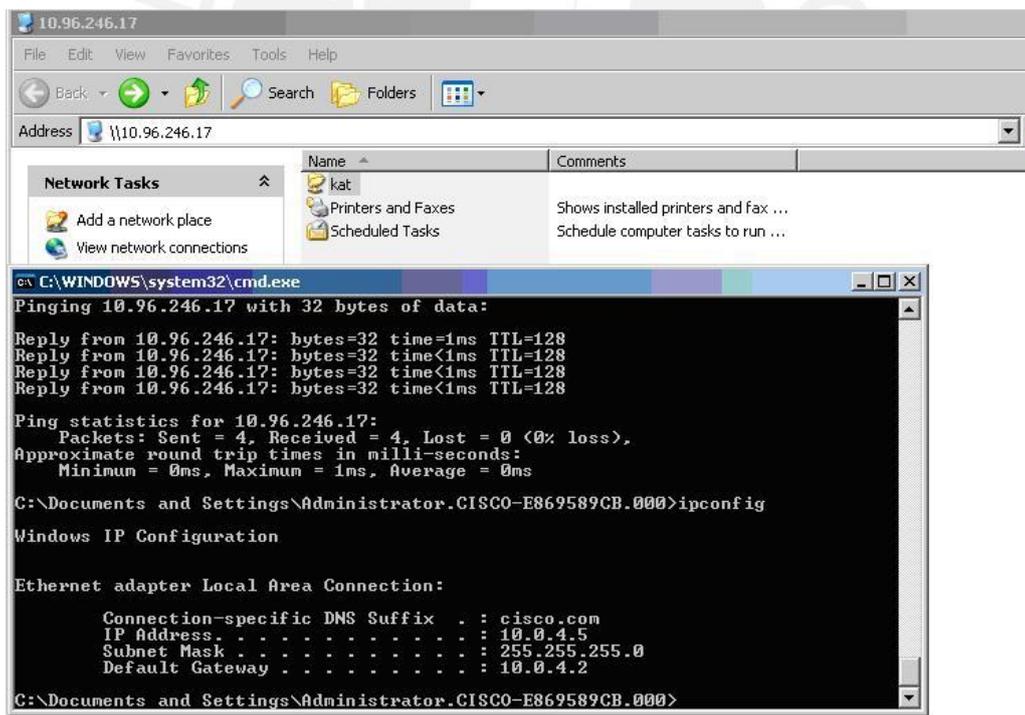
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.96.246.17:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Figura4.12: Conectividad de PC en “ciscoLAB” hacia PC en “vlan2”

Luego de haber visto la conectividad exitosa entre ambas VLANs, se procede a la transferencia de un archivo para observar la velocidad.

Como se observa a continuación, se empieza a compartir el archivo desde la subred “ciscoLAB” hacia la “vlan2”. Como se observa desde la IP 10.0.4.5 que pertenece a la PC en la “vlan2” se puede acceder a los documentos compartidos de la IP 10.96.246.17 que pertenece a la PC en “ciscoLAB”



The screenshot shows a Windows Explorer window with the address bar set to \\10.96.246.17. Below the address bar, there is a table of network tasks:

Name	Comments
kat	
Printers and Faxes	Shows installed printers and fax ...
Scheduled Tasks	Schedule computer tasks to run ...

Below the Explorer window, a command prompt window is open, showing the following output:

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Pinging 10.96.246.17 with 32 bytes of data:

Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.96.246.17: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.96.246.17:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Documents and Settings\Administrator.CISCO-E869589CB.000>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . : cisco.com
    IP Address . . . . . : 10.0.4.5
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 10.0.4.2

C:\Documents and Settings\Administrator.CISCO-E869589CB.000>
```

Figura 4.13: Búsqueda de archivo en “ciscoLAB”

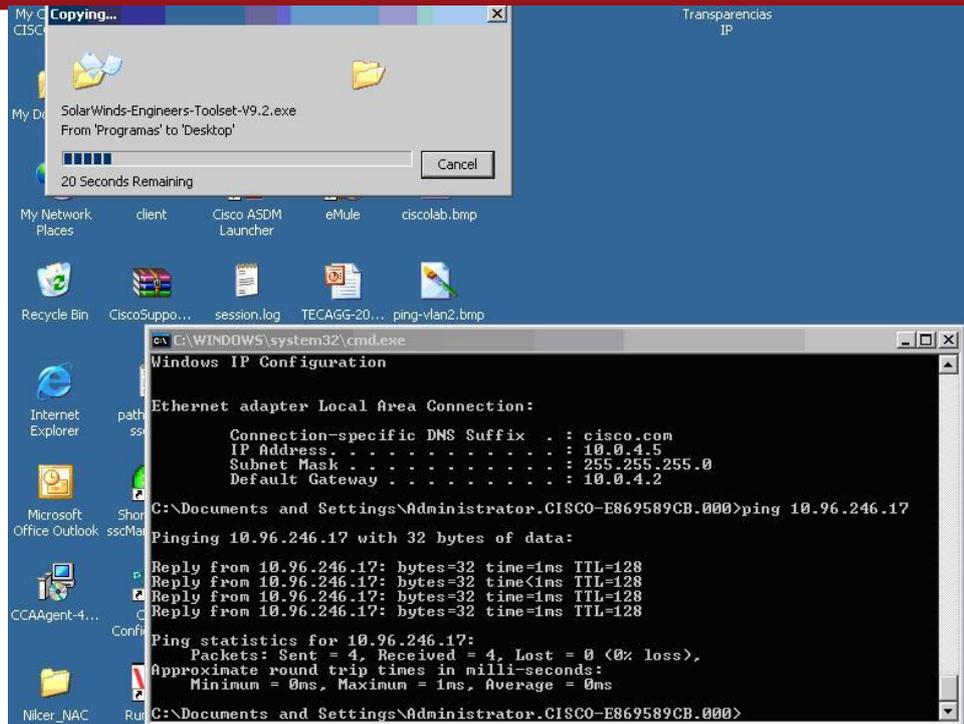


Figura 4.14: Inicio de transferencia desde “cicolab” (10.96.246.17) hacia “vlan2” (10.0.4.5)

A la vez se puede observar que es lo que ocurre en el Switch al momento de realizar la transferencia. El área sombreada de la figura 4.16 corresponde a la velocidad de transferencia entre VLANs que en este caso es:

Entrada: 13000 bps 33 paquetes/seg

Salida: 706000 bps 66 paquetes/seg

```

Serial-COM4 - SecureCRT
File Edit View Options Transfer Script Tools Help
Serial-COM4 | nac
C3750_CORE#show in
C3750_CORE#show inte
C3750_CORE#show interfaces e
C3750_CORE#show interfaces fas
C3750_CORE#show interfaces fastEthernet 0/17
FastEthernet0/17 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 000c.8552.e491 (bia 000c.8552.e491)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, media type is 10/100BaseTX
  input flow-control is off, output flow-control is unsupported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:01:49, output 00:00:01, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 8000 bits/sec, 23 packets/sec
  5 minute output rate 469000 bits/sec, 45 packets/sec
    27450 packets input, 2558426 bytes, 0 no buffer
    Received 5073 broadcasts (0 multicasts)
    0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 8 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
    43251 packets output, 32593324 bytes, 0 underruns

C3750_CORE#show interfaces fastEthernet 0/17
FastEthernet0/17 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 000c.8552.e491 (bia 000c.8552.e491)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, media type is 10/100BaseTX
  input flow-control is off, output flow-control is unsupported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:03:08, output 00:00:00, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 13000 bits/sec, 33 packets/sec
  5 minute output rate 706000 bits/sec, 66 packets/sec
    43550 packets input, 3703455 bytes, 0 no buffer
    Received 5094 broadcasts (0 multicasts)
    0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 8 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
    78208 packets output, 77181605 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier, 0 PAUSE output
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
C3750_CORE#
  
```

Figura 4.15: Interfaz de consola del Switch

4.14.2 Conexión a Internet

Se hace una conexión simple entre un host, un switch y un router para salir a Internet. La conexión se muestra en la siguiente figura, en este caso se observan dos computadoras, pues una actúa como host y la otra sirve para realizar las configuraciones respectivas en el router y switch, los cuales se pueden observar en

la parte inferior de la imagen. Para esta prueba se utilizó un router Cisco 2900 y un switch Cisco de capa 2.



Figura 4.16: Conexión a Internet

Cabe señalar que para realizar la conexión a Internet, el router que se muestra en la imagen estuvo conectado, a través de su puerto Fast Ethernet, al switch Catalyst principal del laboratorio donde se realizó la prueba, este switch principal se conecta a su vez a un router que da la salida a Internet del laboratorio, cabe señalar que las pruebas se realizaron en el laboratorio de Cisco Systems Perú. Lo que se quiere observar en esta prueba es la velocidad de conexión a Internet que tendría cada ordenador del Mini-Telecentro.

La siguiente es la imagen de la prueba de velocidad de conexión a Internet, para determinar este parámetro se utilizó un medidor web, configurado en la página web de una empresa que brinda servicios de telecomunicaciones.

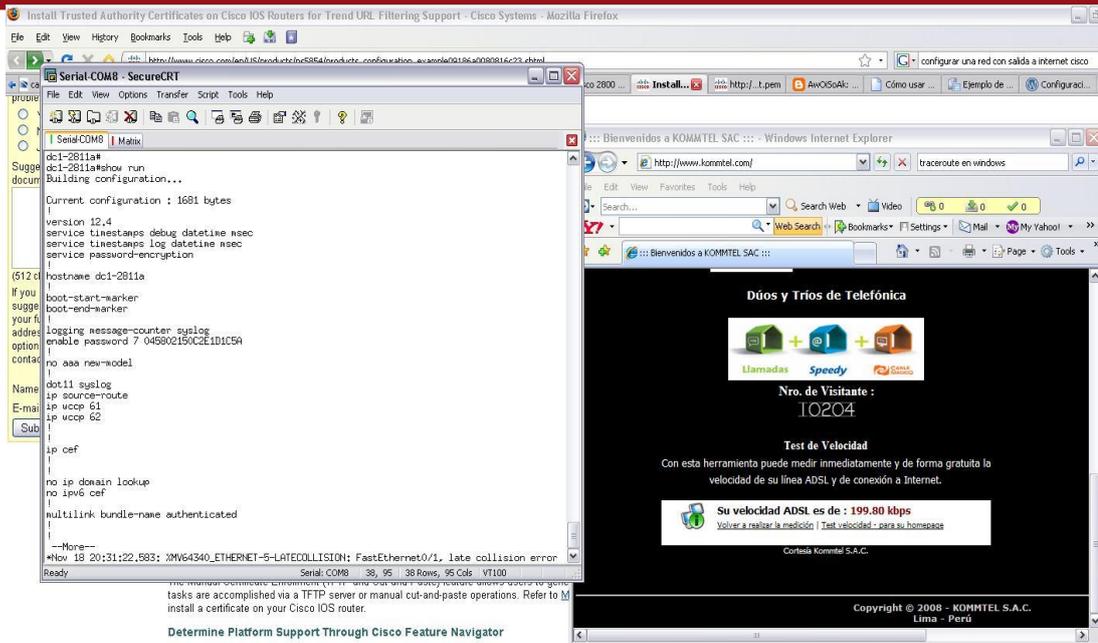


Figura 4.17: Velocidad de conexión e interfaz de consola del router

Se puede observar que la velocidad de conexión a Internet obtenida es de 199.80Kbps para un único host conectado a la red.

4.14.3 Servicio de VoIP

Esta prueba se realizó con dos laptops que tienen instalado el softphone desarrollado por cisco con nombre IP Communicator.

Para esta prueba se establece la comunicación entre el usuario Katty Acuña y Manolo Ramírez como se muestra a continuación:



Figura 4.18: Inicio de llamada desde Katty hacia Manolo



Figura 4.19: Recepción de llamada por Manolo desde Katty

En estas imágenes se observa el establecimiento de la comunicación. En la ventana inferior se encuentra la cámara del usuario de la PC local y en la ventana superior se encuentra la cámara del usuario remoto.



Figura 4.20: Pantalla de Katty en comunicación con Manolo



Figura 4.21: Pantalla de Manolo en comunicación con Katty

Finalizada esta prueba se observa que la comunicación entre dos softphones instalados en dos computadoras distintas es factible utilizando el servidor necesario que en este caso es el Communication Manager de Cisco y un switch y router adecuados.

CONCLUSIONES

- Luego de realizado el trabajo de estudio, se logró establecer el diseño de la red del Mini-Telecentro con todos los servicios requeridos por la comunidad que fue el contexto de este tema de estudio.
- Los servicios requeridos como Internet, voz sobre IP, videoconferencia demandan grandes anchos de banda, los cuales, fueron cubiertos en su totalidad en este diseño.
- Debido a que la localidad de Santa María no cuenta con fluido eléctrico, fue necesario establecer un sistema de suministro eléctrico alternativo. En este caso se trata de un sistema fotovoltaico cuyo costo es elevado, pero de acuerdo a la situación actual del lugar, es el sistema más acertado puesto que ya existe en el poblado y ha mostrado buenos resultados.
- El diseño se basó, en todo momento, en las normas establecidas por las entidades reguladoras pertinentes. Se asegura una red confiable y eficiente, cuyo diseño alberga posibilidades de escalabilidad y crecimiento futuro.
- Se logra establecer una solución autosostenible para el Mini-Telecentro analizando tarifas y servicios basados en planteamientos aplicados a cabinas de Internet, así como el cálculo aproximado de gastos de mantenimiento. Si bien resulta autosostenible, esto solo podría ser posible después de una inversión inicial para establecer y equipar el Mini-Telecentro.
- Para la implementación de este diseño se requiere una inversión de poco más de medio millón de soles. Esta inversión tendría que solicitarse a alguna entidad gubernamental como parte del desarrollo humano de los habitantes de la región en cuestión.
- Finalmente, se cumple el objetivo principal de este trabajo de tesis a través del diseño de la red para un Mini-Telecentro en la localidad de Santa María con el fin de promover el desarrollo humano a través de las Tecnologías de Información y Comunicación.

RECOMENDACIONES

Respecto al uso del Mini-Telecentro:

- Se recomienda mantener la puerta abierta del Mini-Telecentro para todos y que éste sea el alma informativa de la localidad.
- Se debe tomar muy en cuenta que la tecnología sólo es un medio para llegar al fin principal que apunta hacia el desarrollo humano.
- Se aconseja brindar ayuda personalizada a los clientes del Mini-Telecentro, para que el uso del mismo resulte más eficiente.
- Se sugiere establecer un buzón de sugerencias tanto físico como virtual para recolectar las opiniones de la población respecto a los servicios que se brindan y mantener el Mini- Telecentro en una mejora constante.

Respecto al estudio realizado:

- Se debe mejorar el análisis de costo-beneficio, contando con la información a detalle sobre el movimiento económico de la población y verificar si este puede cubrir totalmente las tarifas establecidas para los servicios.
- Se recomienda realizar pruebas de la red LAN con todos los servicios conectados y utilizar programas de computadora que puedan proporcionar información sobre el recorrido de los paquetes de datos y control en cada servicio con el fin de asegurar calidad de servicio, ya que los datos, la voz y el video deben ir por diferentes rutas debido a la diferencia de anchos de banda.
- Según lo observado en este estudio, resulta costoso establecer el Mini-Telecentro, por lo cual, es recomendable buscar el apoyo económico de entidades gubernamentales para su instalación y operatividad inicial, después de la primera inversión, el Mini-Telecentro resulta autosostenible de acuerdo al estudio realizado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Madre de Dios – Caracterización
<http://www.bcrp.gob.pe/bcr/Sede-Regional-Cusco/Madre-de-Dios.html>
- [2] Resumen de provincias de Madre de Dios
 INEI: 1993
- [3] Instituto Nacional de Estadística e Informática
<http://www.inei.gob.pe/inicio.htm>
<http://desa.inei.gob.pe/mapas/bid/>
- [4] Madre de Dios – Capital de la Biodiversidad
<http://www.madrededios.net>
- [5] Información recolectada mediante entrevista a autoridades de Mavila y usando un GPS.
 GPS Garmin – Map Source Application
 Abril, 2008
- [6] Infraestructura de Telecomunicaciones en la Región Madre de Dios
<http://wiki.pucp.edu.pe/JornadasTesis/index.php?n=PmWiki.%c1ngeloVelarde>
- [7] Lowerison Gretchen, Sclater Jennifer, Schmid Richard f, Abrami Philip C. Are we using technology for learning? J Educational Technology Systems (2006) 34:401-425.
- [8] Morales Bueno Patricia, Landa Fitzgerald Victoria. Aprendizaje basado en problemas: Problem-based learning. Theoria (2004) 13:145-157.
- [9] Prince Katinka JAH, van Eijs Patrick WLJ, Boshuizen Henny PA, van der Vleuten Cees PM, Scherpbier Albert JJA. General competencies of problem-based learning (PBL) and non-PBL graduates. Medical Education (2005) 39:394-4
- [10] Aplicaciones de las Tecnologías de Información y Comunicación al ámbito de la Salud en Tierra de Peñaranda
http://www.fundaciongsr.es/pdfs/ei_salud.pdf
- [11] TIC: Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual Por: Jimmy Rosario
<http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=221>
- [12] Definición de población rural y urbana
<http://www.iica.org.uy/ruralencifras/Cuadro1.pdf>
- [13] Banco Interamericano de Desarrollo. METODOLOGÍA ACTTA. UNA HERRAMIENTA PARA LA CREACIÓN DE TELECENTROS

- AUTOSOSTENIBLES PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO.
http://www.telecentroscomunitarios.org/new_introduccion.htm
- [14] Impulsamos los telecentros en red
<http://www.telecentros.es/sobre-telecentros/>
- [15] Telecentros comunitarios
http://el-directorio.org/Telecentro_Comunitario
- [16] Somos@Telecentros. *Quiénes somos en somos@telecentros.*
<http://www.telecentros.org/paginas/temashow.php>
- [17] Portal Nacional de Telecentros en Colombia
<http://www.telecentros.org.co/index.shtml>
- [18] Info Citel
http://www.citel.oas.org/newsletter/2007/diciembre/telecentro_e.asp
- [19] CUESTIONARIO ENCUENTRO LATINOAMERICANO 2007
 TELECENTROS E INCLUSIÓN SOCIAL
<http://www.telecentroslatam.org/encuentro/descargas/experiencias/asodigua.pdf>
- [20] Red de área local
<http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=20008>
- [21] LAN101 - The TCP/IP Network
<http://handsonhowto.com/2007/lan101/>
- [22] Redes Wireless LAN (Prof. Francisco Ramos Pascual)
www.radioptica.com
- [23] ASTORNE, Renzo y VELARDE, Angelo
 2007 “Una red de comunicación e información para el desarrollo humano en la región Madre de Dios: Integrando educación multicultural –salud intercultural- desarrollo productivo de clase mundial”
 Puerto Maldonado: PUCP
- [24] OHRTMAN, Frank
 2003 Wi-Fi handbook : building 802.11b wireless networks
- [25] SMITH, Clint
 2004 3G Wireless with WiMAX and Wi-Fi
- [26] Seguridad en WiFi
<http://www.iec.csic.es/gonzalo/descargas/SeguridadWiFi.pdf>
- [27] Seguridad Wi-Fi – WEP, WPA,WPA2
http://www.hsc.fr/ressources/articles/hakin9_wifi/hakin9_wifi_ES.pdf
- [28] PAREEK, Deepak
 2006 WiMAX : Taking Wireless to the MAX

- [29] Norma de cableado de Telecomunicaciones para edificios comerciales
Capacitación de Cableado Estructurado
- [30] Requerimiento de Cableado Estructurado
Servicio Nacional de Áreas Protegidas
Documento en pdf: Cableado Estructurado para Voz y Datos
- [31] CHONG, José Luis
Arquitecto: Diseño de la Maloca para el Mini-Telecentro
- [32] VELARDE, Angelo
Infraestructura básica de Telecomunicaciones
Cableado Horizontal y Vertical
- [33] Diseño de una LAN
http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos_mejor/paginas/mantenim.htm
- [34] Cisco Systems, Inc.
Academia de Networking de Cisco Systems
Guía del primer año. CCNA® 1 y 2. Tercera edición
- [35] VoIP y Telefonía IP
Ing. José Cotúa
Pontificia Universidad Católica del Perú
- [36] Acerca de Videoconferencia
Red Institucional de Videoconferencia
<http://virtual.uaeh.edu.mx/riv/videoconferencia.php#calidadvideo>
- [37] Power Supply Calculator
<http://educations.newegg.com/tool/psucalc/index.html>
- [38] Firewall
<http://www.cpiicyl.org/ciudadanos/boletines/seguridad/Firewall.pdf>
- [39] Sistemas de puesta a tierra, continuidad y protección
Ing. Ángelo Velarde
- [40] Términos de Telecomunicaciones
<http://www.sappiens.com/castellano/articulos.nsf/Telecomunicaciones!openform&RestrictToCategory=Telecomunicaciones>
- [41] Soporte Hardware
<http://mashard.perublogs.com/2007/04/Que-es-un-Access-Point.html>
- [42] Asesoría Informática
http://www.asesoriainformatica.com/definiciones_a.htm
- [43] Cobertura telecomunicaciones
[http://www.babylon.com/definicion/Cobertura_\(telecomunicaciones\)/](http://www.babylon.com/definicion/Cobertura_(telecomunicaciones)/)

- [44] Notas de Telecomunicaciones 1
RADIOCOMUNICACIONES 2008
FERNÁNDEZ PILCO, Percy
- [45] Qué es un Firewall
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/513.php>
- [46] Definición de Ethernet
<http://www.mastermagazine.info/termino/4930.php>
- [47] Qué es QPSK
<http://www.tech-faq.com/lang/es/qpsk.shtml>
- [48] El puente más famoso de las redes
http://www.cientec.com/analisis/puente_b.asp
- [49] emax TC SIGLO 21 S.A.A.
<http://www.emax.com.pe/>
- [50] Generación Eléctrica a partir de fuentes nuevas: Energía Solar
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/atlas/electricidad/energia_solar.pdf

