

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



DISEÑO DE UN TELECENTRO PARA LA LOCALIDAD DE LAMUD

Tesis para optar el Título de INGENIERO ELECTRÓNICO, que presenta el bachiller:

Carlos Alexis Arbieto Huerta

ASESOR: Alejandro Carlos Alcócer García

Lima, Agosto de 2013

Resumen

La localidad de Lamud se encuentra localizada en la Región Amazonas, provincia de Luya, dicha localidad básicamente es agrícola, además de ser visitada continuamente por turistas extranjeros debido a sus restos funerarios.

Lamud tiene como principales problemas los siguientes: no cuenta con servicio de Internet y telefonía, el suministro eléctrico tiene continuos fallos, un único centro educativo secundario y de salud con poco abasto e ineficiente.

La presente tesis describe el diseño de un telecentro ubicado en Lamud, dicho telecentro debe tratar de cubrir algunas de las necesidades básicas de los pobladores de esta zona tales como conectividad, búsqueda de información y generación de contenidos.

En el capítulo 1 se presentará las diferentes problemáticas que afectan a esta zona, tales como la problemática social, ambiental y económica.

En el capítulo 2 se describirá la tecnología a utilizar en el diseño del telecentro, como wimax, riogenerador, paneles solares, entre otros.

En el capítulo 3 se mostrará los requerimientos de los pobladores, para luego a partir de dichos requerimientos, diseñar el telecentro.

En el capítulo 4 se analizará el presupuesto de la implementación del telecentro y la rentabilidad de este.

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

 PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño de un telecentro para la localidad de Lamud.
 Área : Electrónica # 1128
 Asesor : Alejandro Carlos Alcócer García.
 Alumno : Carlos Alexis Arbieta Huerta
 Código : 20060531
 Fecha : 22/05/2013


Descripción y Objetivos

Las localidades alejadas de las capitales regionales en nuestro país, en especial en la zona de la selva tienen un bajo desarrollo económico, infraestructural y educativo, adolecen de la falta de establecimientos de salud y además están afectadas por la contaminación, el narcotráfico, la minería informal entre otros flagelos. Estos factores las afectan disminuyendo su población y por ende su cultura.

En este contexto, esta tesis trata del diseño de un Telecentro para una localidad amazónica, el cual permitirá que sus habitantes tengan una oportunidad de mejorar su calidad de vida. De esta manera se brindará oportunidades de desarrollo y se reducirá la brecha digital, mediante el empoderamiento de la población.

Específicamente se desarrolla el diseño de un Telecentro en Lamud. Para este fin, se diseña un radioenlace para proveer los servicios de Internet y telefonía. Se dimensiona los sistemas de energías renovables para un auto-sostenimiento y colaboración con el cuidado del medio ambiente. El telecentro ofrecerá un lugar de encuentro, permitirá la generación de contenidos, brindará conectividad y posibilitará la capacitación.

Ahondado, el detalle de esta tesis, tenemos que en primer lugar el análisis de la problemática social, económica y ambiental de la Amazonía, y en especial de Lamud. A continuación se estudia y presenta las tecnologías aparentes que nos permitirán atender a estas necesidades, tales como WiMAX, LTE, fibra fluvial, riogenerador, islas de edición, y otras. Seguidamente se evalúa, discrimina y dimensionan los equipos y sistemas con estas tecnologías, adecuándolas a las necesidades que se requiere atender. Este telecentro puede ser financiado por la FITEL, el Gobierno Regional de Amazonas o alguna ONG.



 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA


 Dr. Ing. BENJAMÍN CASTAÑEDA APHÁN
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica

 MÁXIMO 50 PÁGINAS



FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍAPONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño de un telecentro para la localidad de Lamud.

Índice

Introducción

1. Problemática social, económica y ambiental de Lamud.
2. Evaluación de tecnologías: WiMAX, riogenerador, paneles solares, baterías y equipos a utilizar en el funcionamiento del telecentro.
3. Dimensionamiento del Telecentro.
4. Determinación de costos. Evaluación de alternativas de viabilidad.

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
Dr. Ing. BENJAMÍN STANEDA APHAN
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica



MÁXIMO 50 PÁGINAS

Índice

Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	VIII
Índice de Anexos	IX
Glosario de Términos.....	X
Introducción	XI
Capítulo 1: Problemática social, económica y ambiental de Lamud.....	1
1.1. Problemática social.....	2
1.2. Problemática económica.....	2
1.3. Problemática ambiental.....	2
1.4. Declaración del marco problemático	3
Capítulo 2: Evaluación de tecnologías: WiMAX, riogenerador, paneles solares, baterías y equipos a utilizar en el funcionamiento del telecentro.	5
2.1. Wimax (WorldWide Interoperability for Acces).....	5
2.1.1. Estándares de Wimax.....	5
2.1.2. Seguridad	6
2.2. Paneles solares	6
2.3. Riogenerador.....	6
2.3.1. Riogenerador PUCP.....	7
2.4. Controlador de carga	7
2.4.1. Control tipo Shunt.....	8
2.4.2. Control en serie	8
2.5. Batería	8
2.5.1. Definición.....	8
2.5.2. Tipos.....	9
2.6. Inversor.....	10
2.6.1. Clasificación.....	10
2.7. Isla de edición.....	11
2.7.1. Tipos.....	11
2.8. Sala de grabación y sala de control	11
2.9. Pozo de tierra	12
Capítulo 3: Dimensionamiento del telecentro.....	13
3.1. Consideraciones para el diseño del telecentro sobre la base de los requerimientos de la población.....	13

3.1.1. Hipótesis de la investigación	13
3.1.1.1. Hipótesis principal	13
3.1.1.2. Hipótesis secundaria	13
3.2. Objetivos de la investigación	13
3.2.1. Objetivo principal	14
3.2.2. Objetivos específicos	14
3.3. Secuencia de pasos para elaborar el diseño del telecentro	14
3.4. Necesidades de la población:	15
3.5. Servicios del telecentro	16
3.6. Infraestructura del telecentro	17
3.6.1. Distribución de los ambientes en el Telecentro.....	17
3.6.2. Distribución de cableado de Telecomunicaciones	17
3.6.2.1. Cableado estructurado	17
3.7. Diseño de la red de comunicaciones.....	22
3.7.1. Topología de la red.....	22
3.7.2. Distribución de la red	23
3.8. Tráfico de red	23
3.8.1. Ancho de banda para acceso a Internet	23
3.8.2. Ancho de banda para VoIP	23
3.8.3. Ancho de banda para videoconferencia.....	24
3.8.4. Cálculo del tráfico de red.....	24
3.9. Comparación y selección de equipos que se usaran en el telecentro	24
3.10. Radioenlace	28
3.10.1. Comprobación de radioenlace.....	28
3.10.2 Cálculo de ancho de banda.....	30
3.11. Sistema de protección.....	30
3.11.1. Pararrayos	30
3.11.2. Pozo a tierra.....	30
3.12. Suministro eléctrico.....	31
3.12.1. Cálculo de Iluminación.....	31
3.12.2. Cálculo de energía eléctrica	32
3.12.3. Dimensionamiento del Riogenerador	35
3.12.4. Dimensionamiento paneles fotovoltaicos	36
3.12.5. Dimensionamiento de baterías:	36
3.12.6. Dimensionamiento de controlador de carga	37
3.12.7. Dimensionamiento de inversor	37

3.12.8. Selección de interruptores, conductores de electricidad y tuberías	37
3.14. Plano de instalaciones eléctricas	38
Capítulo 4: Determinación de costos. Evaluación de alternativas de viabilidad.....	41
4.1. Costos de inversión del telecentro	41
4.2. Rentabilidad del telecentro	45
4.2.1. Valor Actual Neto.....	45
4.2.2 Tasa de Retorno	45
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Bibliografía.....	48



Índice de Figuras

Figura 1.1: Ubicación de Lamud.....	1
Figura 3.1: Diseño de Telecentro.....	15
Figura 3.2: Distribución de ambientes primer nivel.....	18
Figura 3.3: Distribución de ambientes segundo nivel.....	19
Figura 3.4: Distribución de cable UTP primer nivel.....	20
Figura 3.5: Distribución de cable UTP segundo nivel.....	21
Figura 3.6: Topología física de la red.....	22
Figura 3.7: Ubicación del sistema de radioenlace.....	29
Figura 3.8: Datos utilizados y resultados en Radio Mobile.....	29
Figura 3.9: Diseño de alimentación mixto.....	31
Figura 3.10: Gráfica de cargas según horario.....	34
Figura 3.11: Diagrama unifilar de distribución de cargas.....	37
Figura 3.12: Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel.....	39
Figura 3.13: Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel.....	39



Índice de Tablas

Tabla 2.1: Estándares wimax [10].....	5
Tabla 2.2: Características de baterías [15].....	9
Tabla 2.3: Tipos de inversores según onda [16].....	11
Tabla 3.1: Distribución de ambientes en el telecentro.....	17
Tabla 3.2: Descripción y distribución de los equipos en la red.....	23
Tabla 3.3: Ancho de banda de la red.....	24
Tabla 3.4: Equipos para el telecentro.....	25
Tabla 3.5: Datos de fórmula.....	30
Tabla 3.6: Cálculo de focos.....	32
Tabla 3.7: Horario de funcionamiento del telecentro.....	32
Tabla 3.8: Carga y energía por ambiente.....	33
Tabla 3.9: Cargas de acuerdo al horario.....	34
Tabla 3.10. Dimensiones de la rueda hidráulica.....	35
Tabla 3.11: Potencia eléctrica generada por el riogenerador PUCP.....	35
Tabla 3.12: Cálculo de RPM.....	35
Tabla 3.13: Cálculo de paneles solares.....	36
Tabla 3.14: Energía que entrega los paneles solares.....	36
Tabla 3.15: Dimensionamiento de baterías.....	36
Tabla 3.16: Cargas distribuidas en los contactores.....	38
Tabla 3.17: Caída de voltaje del sistema.....	38
Tabla 4.1: Equipos adicionales en el set e isla de edición.....	41
Tabla 4.2: Equipos en los servicios y la red de telecomunicaciones.....	42
Tabla 4.3: Costo de cableado para telecentro, tomas y conectores.....	42
Tabla 4.4: Sistema de protección eléctrico.....	42
Tabla 4.5: Costo en realizar las instalaciones de local.....	42
Tabla 4.6: Costo de muebles.....	43
Tabla 4.7: Costo de equipos en red de telecomunicaciones adicionales.....	43
Tabla 4.8: Costo de equipos para el suministro eléctrico.....	43
Tabla 4.9: Egresos mensuales del telecentro.....	44
Tabla 4.10: Ingresos por cursos dictados en el telecentro.....	44
Tabla 4.11: Ingreso por alquiler de ambiente y servicios.....	44
Tabla 4.12: Ingreso anual neto.....	44
Tabla 4.13. Flujo de caja neto.....	45

Índice de Anexos

Anexo 1: Pautas para la elaboración de un video de calidad profesional.

Anexo 2: Cableado estructurado y direccionamiento IP.

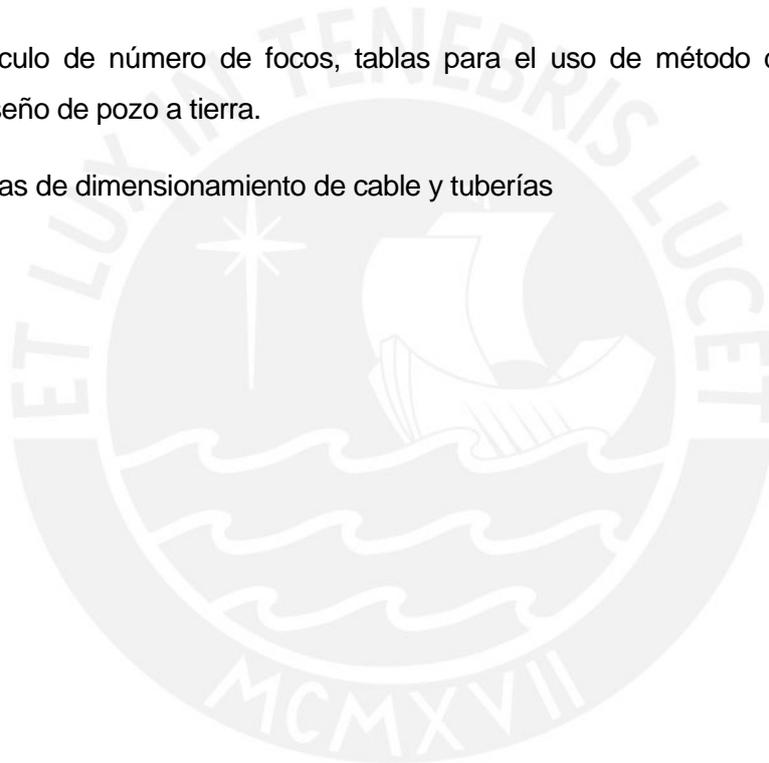
Anexo 3: Cálculo del tráfico de erlang.

Anexo 4: Cuadros comparativo, hojas técnicas y precios encontrados en el mercado de los equipos.

Anexo 5: Comprobación de radioenlace

Anexo 6: Cálculo de número de focos, tablas para el uso de método de lúmenes de OSRAM y diseño de pozo a tierra.

Anexo 7: Tablas de dimensionamiento de cable y tuberías



Glosario de Términos

V_{tx} : Velocidad de transmisión bruta.

BW: Ancho de banda del canal que puede transmitir la estación base.

Bs: Bits por símbolo.

R_{RS} : Eficiencia de reed Solomon.

R_{FEC} : Eficiencia del código convolucional.

α : Porcentaje de energía fuera de banda roll-off.

Ca: Coeficiente de ajuste.

ρ : Densidad de flujo que se aplica a la rueda hidráulica.

Fs: Factor de simultaneidad.

Fu: Factor de utilización.

MUTOA: Multi-User Telecommunications Outlet Assemblies

Introducción

Los medios de comunicaciones a pesar de su progresivo desarrollo y necesidad (tan comparable en estos tiempos con la necesidad de luz o agua) no son distribuidas equitativamente en todo el mundo y más aún en países en vías de desarrollo como el nuestro, donde se piensa que el desarrollo económico solo se da con actividades extractivas, como la minería, exportación de peces y posibles hidroeléctricas brasileñas en nuestro territorio.

La necesidad de llevar comunicación a los lugares más alejados y olvidados de nuestro país no solo es una necesidad, también una responsabilidad del Estado. En las zonas rurales o poblaciones nativas, en las que el Estado no tiene presencia y se va extinguiendo, cada vez más rápido, su cultura; se debe priorizar el mantenimiento de su estilo de vida y cultura, para que las tradiciones no se pierdan en nuestro país; asimismo, debemos tener en cuenta la problemática de estas poblaciones tales como pobreza, falta de educación, terrorismo, falta de energía eléctrica, contaminación, entre otras; también debemos tener en cuenta los problemas que puede generar el clima y el medio en el cual se desarrollan estas poblaciones para el diseño de un centro de comunicaciones.

Este entorno especial hace que tengamos que idear una manera diferente de llevar conectividad, junto con la posibilidad de generar desarrollo potenciando sus posibilidades de crecimiento económico, para esto el diseño de un telecentro que cuente con generación de contenidos, capacitación y conectividad resulta ideal. Actualmente estos centros son financiados por alguna ONGs, y el estado tiene programas nacionales como: Huascarán, Gobierno Electrónico, FTEL ligados al aprovechamiento de las nuevas TIC con fines de desarrollo social [1].

Capítulo 1: Problemática social, económica y ambiental de Lamud

Lámud es la capital de la provincia de Luya, departamento de Amazonas, situada a una altitud de 2.330 msnm, la ubicación se puede ver en la figura 1.1. Tiene un clima agradable ya que no llueve con la intensidad de otras regiones amazónicas con una temperatura promedio de 18 °C y cuenta con una población de 2010 habitantes según el último censo.

Los pobladores de esta zona tienen conocimientos tradicionales y milenarios en temas como salud, geografía, botánica, agricultura y ganadería. Se puede generar riquezas en:

- Turismo (eco turismo y turismo deportivo).
- La exportación de caucho, almendras, castañas, plantas medicinales y mariposas.
- El mejoramiento de sus piscigranjas.
- Alimentos contra la desnutrición [2].



Figura 1.1: Ubicación de Lamud

1.1. Problemática social

Algunos factores que afectan el entorno social de esta localidad son:

- Narcotráfico, terrorismo, minería informal [3].
- Falta de educación, poco apoyo de parte del estado, falla de servicios básicos como luz (los cortes de luz son cosas comunes), falta de conectividad (actualmente el 100% de personas no cuenta con Internet ni telefonía fija [4]).
- Deficiencia en los servicios médicos y enfermedades frecuentes como TBC, VIH, sífilis, epidemias como el dengue y diarreas [5].
- Migración de sus habitantes hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades, explotación infantil en cuencas auríferas, trata de personas entre otras.
- Solo hay una carretera de acceso para esta localidad.

1.2. Problemática económica

En los últimos años ha crecido la actividad económica en esta localidad, siendo una de las más importantes el turismo, debido a la belleza del lugar y las zonas arqueológicas (una de ellas es la ciudad de los muertos, inclusive hay un molinero donde van los turistas a comer pan.

Otra actividad económica importante es la agricultura, existen cultivos como sauco, mora, papayita, tomate de árbol y tabaco [6].

Existe una mini-planta de procesamiento de vino y mermelada, cerca de la zona, el cual es uno de los principales compradores de cultivo, sin embargo los agricultores sufren continuas pérdidas debido al desconocimiento de algunas técnicas de cultivo.

1.3. Problemática ambiental

El problema ambiental es bastante amplio ya que involucra a toda la región Amazonas.

En Lamud pasan dos ríos el Utcubamba y el Marañón, en los cuales son vertidos los desagües de la ciudad, además utilizados en el regadío y en minería informal, por lo que se produce malos cultivos.

Amazonas es la región que tiene más actividad minera (proyectos mineros medianos y grandes) entre las regiones de la Selva. Asimismo, en Amazonas existen 245.435 ha (6.25% del territorio) con derechos mineros, la minería aurífera que se da en los ríos, es otro gran problema y sumado a que muchos de estos son informales, la contaminación en los ríos es grande [7].

El incremento de carreteras sin ningún planeamiento previo de parte de las empresas, pobladores, municipalidades, gobierno regional y el Estado, provoca deforestación [7].

La agricultura intensiva de biocombustibles y exportación es otro gran problema, ya que se deforesta primero, para luego poder sembrar estos productos, lo que provoca pérdida de especies y desequilibrio en el ecosistema [7].

Los hidrocarburos no son un problema menor, puesto que la superficie afectada es del 45.5% (lotes concedidos) de la selva, además su principal problema es al momento del transporte fluvial suelen haber derrames en los ríos.

El panorama actual de deterioro generalizado en la selva amazónica es:

- Cuencas andinas deterioradas, especialmente en las vertientes occidentales y orientales.
- Deterioro de especies de la fauna y de los recursos hidrobiológicos, marinos y continentales.
- Deterioro de los suelos agrícolas por la salinización y erosión por la falta de tecnologías adecuadas de riego y manejo.
- Deterioro de los bosques secos del noreste, por tala y falta de manejo, y avance de la desertificación.
- Deterioro de los bosques amazónicos, que llega a más de 6 millones de hectáreas.
- Deterioro de los recursos pesqueros amazónicos, base alimenticia de la población.
- Contaminación creciente de los ambientes urbanos y de ríos, lagos y mar por el vertimiento de aguas residuales, basura, relaves mineros y desechos de la industria pesquera.
- Decenas de especies de fauna y flora nacional en peligro de extinción por caza, destrucción del hábitat y otras interferencias.
- Erosión genética creciente de los valiosos e ingentes recursos genéticos de plantas y animales domésticos, de flora y fauna silvestre de propiedades conocidas [8].

1.4. Declaración del marco problemático

La localidad de Lamud tiene grandes posibilidades de generar mayor poder monetario a esta localidad que en su mayoría es pobre, los ganaderos y sobre todo los agricultores pierden mucho dinero debido al poco conocimiento de ciertas técnicas de algunos cultivos.

Esta localidad no cuenta con una red de Internet ni telefonía, cosa que es uno de sus principales impedimentos para tener una mayor cantidad de turistas en la zona.

Los pobladores de Lamud necesitan un lugar donde pueden enseñarles nuevas técnicas de cultivo, ganadería y transformación de productos y a su vez un punto de entrada y salida de información y comunicación con el exterior.

Ante esta necesidad surge la idea de un Telecentro que es un espacio público, donde cualquier persona pueda tener acceso a Internet, también ofrece cursos de diferentes temas en relación a las necesidades de la localidad y conexión con el exterior, no solo para búsqueda de información sino también para comunicación.

El telecentro tiene que cumplir con tres aspectos básicos que son la conectividad, la capacitación y la generación de contenidos, estos tres puntos pueden ser ofrecidos a la población, por medio de diferentes servicios como el de una sala de video, una isla de edición de video, una sala de cómputo, entre otras.

En el país cada vez es más habitual escuchar hablar sobre este recurso, por ejemplo ahora Cedro en cooperación con el gobierno estadounidense vienen implementando tales locales en diferentes puntos de la selva y sierra, como lo es en Huancavelica y Ucayali. Existen telecentros también en Arequipa y departamentos de la sierra, pero aún falta mucho en la selva, En el extranjero también implementan este tipo de sistema como lo es en Venezuela, Colombia, Argentina y hasta en Europa donde las usan países como España.

Otra ventaja del Telecentro es que solo su implementación genera puestos de trabajo, como son el de administrador, secretario, vigilante, electricista, entre otros; además debe de ser económicamente autosuficiente, es decir que una vez implementado el Telecentro este debe generar sus propios ingresos con lo cual logre su funcionamiento de forma eficiente.

Capítulo 2: Evaluación de tecnologías: WiMAX, riogenerador, paneles solares, baterías y equipos a utilizar en el funcionamiento del telecentro.

Definiremos las tecnologías que se utilizarán en el telecentro para poder saber el funcionamiento y características a tener en cuenta para una correcta elección de equipos y la forma de empleo.

2.1. Wimax (WorldWide Interoperability for Acces)

Es una tecnología inalámbrica basada en el estándar 802.16. Esta tecnología provee capacidad suficiente en ancho de banda para su uso en servicios multimedia y transmisión de voz, puede funcionar sin línea de vista, cuenta con alta eficiencia y tiene un alcance de hasta 50 km [9].

2.1.1. Estándares de Wimax

Las características de los diferentes estándares de wimax se presentaran en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Estándares wimax [10]

	802.16	802.16-2004	802.16e-2005
Status	Completed December 2001	Completed June 2004	Completed December 2005
Frequency band	10GHz–66GHz	2GHz–11GHz	2GHz–11GHz for fixed; 2GHz–6GHz for mobile applications
Application	Fixed LOS	Fixed NLOS	Fixed and mobile NLOS
MAC architecture	Point-to-multipoint, mesh	Point-to-multipoint, mesh	Point-to-multipoint, mesh
Transmission scheme	Single carrier only	Single carrier, 256 OFDM or 2,048 OFDM	Single carrier, 256 OFDM or scalable OFDM with 128, 512, 1,024, or 2,048 subcarriers
Modulation	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM
Gross data rate	32Mbps–134.4Mbps	1Mbps–75Mbps	1Mbps–75Mbps
Multiplexing	Burst TDM/TDMA	Burst TDM/TDMA/ OFDMA	Burst TDM/TDMA/ OFDMA
Duplexing	TDD and FDD	TDD and FDD	TDD and FDD
Channel bandwidths	20MHz, 25MHz, 28MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 7MHz, 14MHz, 1.25MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 8.75MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 7MHz, 14MHz, 1.25MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 8.75MHz
Air-interface designation	WirelessMAN-SC	WirelessMAN-SCa WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA WirelessHUMAN ^a	WirelessMAN-SCa WirelessMAN-OFDM WirelessMAN-OFDMA WirelessHUMAN ^a
WiMAX implementation	None	256 - OFDM as Fixed WiMAX	Scalable OFDMA as Mobile WiMAX

2.1.2. Seguridad

La tecnología WiMAX soporta algoritmos TDES (128 bits) y RSA (1024 bits).

TDES realiza triple cifrado DES que es un cifrado simétrico de bloque de 56 bits, es inmune a ataques a la mitad de camino doblando la longitud de la clave y triplica el número de operaciones de cifrado.

RSA es un algoritmo asimétrico cifrador de bloques que usan una clave pública y otra privada, los mensajes enviados se representa mediante números y el funcionamiento se basa en el producto de dos números primos mayores que 10^{100} elegidos al azar para formar la clave de cifrado [9].

2.2. Paneles solares

Es un módulo que aprovecha la energía solar convirtiéndola en energía eléctrica por medio del efecto fotovoltaico. Este efecto se produce cuando sobre materiales semiconductores convenientemente tratados incide la radiación solar produciendo electricidad [11].

Tenemos 3 tipos principales de paneles solares

- **Silicio puro monocristalino:** Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. En laboratorio se han alcanzado rendimientos máximos del 24,7% para éste tipo de paneles siendo en los comercializados del 16% [11].
- **Silicio puro policristalino:** Se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son reconocibles por presentar en su superficie un aspecto granulado, rendimiento en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14% y un menor precio que los anteriores. Los paneles fabricados con esta tecnología presentan un grosor considerable [11].
- **Silicio amorfo:** Basados en silicio, no sigue estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio es de 13% siendo el de los módulos comerciales del 8% [11].

2.3. Riogenerador

El Riogenerador es el conjunto de equipos que transforma la energía cinética del cauce de un río a energía eléctrica o la energía potencial de una caída de agua (se puede desviar el cauce del río para crear la caída) a energía eléctrica [12].

2.3.1. Riogenerador PUCP

Nuestra universidad en colaboración con la Unión Europea viene desarrollando RIOGENERADORES PUCP, a continuación detallaremos su funcionamiento y sus respectivas partes, para esto debemos tener en cuenta que necesitamos datos del río tales como la velocidad de la corriente, el ancho y la profundidad del río de ser este angosto. Cuenta con una rueda de metal con radios de soporte hechos de planchas de metal que mantiene el diámetro constante, también posee cangliones que sirven para drenar el agua, el cual va a generar la energía. El eje que soporta la rueda hidráulica transmite la energía mecánica de la rueda al generador eléctrico, mediante una cadena que va al multiplicador (multiplica el número de vueltas del eje de acuerdo a lo que necesita el generador para dar mayor energía) y este se conecta al generador.

La energía que sale del generador se rectifica a dos líneas para el cargado de baterías mediante los sistemas termo magnéticos o llaves cuchillas de seguridad que están controladas por unos controladores el cual verifica las cargas de las baterías en cada una de sus posiciones. Después que los controladores han regulado las cargas de las baterías se generan sobrecargas el cual se disipa en un foco y una resistencia.

Las baterías donde se almacena la energía son las denominadas baterías solares que tienen un tiempo de vida de 7 años que almacenan la energía que se genera con las ruedas hidráulicas. Luego de que las baterías son cargadas van al lugar donde serán empleadas, donde estarán conectadas a un controlador que controla el consumo de la carga de la batería y aun inversor si se quiere una alimentación AC. Las ventajas de Rio generador PUCP son que no contamina el agua y la devuelve a su cauce, es ideal para zonas que no cuentan con electrificación, y trabaja ininterrumpidamente durante el día y la noche [13].

El dimensionamiento tanto del diámetro de la rueda y del ancho de los cangliones, dependerá de la potencia que se quiere generar junto con la posición del paso de la corriente y su velocidad (si el agua cae hacia la parte superior de la rueda esta será más eficiente, mientras que si pasa por debajo se necesitara mayor caudal para poder hacer mover la rueda). Además se debe tener en cuenta que según los expertos encargados del RIOGENERADOR PUCP la energía mecánica producida por la rueda al salir del generador tendrá una eficacia del 50%.

2.4. Controlador de carga

Son unos dispositivos que se incluyen en los sistemas fotovoltaicos para proteger a las baterías contra sobrecargas y descargas excesivas. La mayoría de los controladores detectan el voltaje de la batería y actúan de acuerdo con los niveles de la tensión. Los controladores no son

aparatos muy simples, ya que el estado de recarga de la batería depende de muchos factores y es difícil de medir [14].

Existen dos métodos básicos para controlar o regular la carga que va del arreglo fotovoltaico hacia la batería:

- Controlador tipo shunt
- Controlador en serie

2.4.1. Control tipo Shunt

En el Método de Shunt la carga de la batería se regula interrumpiendo la corriente proveniente del arreglo provocando un corto circuito en el arreglo con un diodo de bloqueo colocado en serie entre la batería y el arreglo.

Los controladores tipo Shunt generalmente se diseñan para aplicaciones de corrientes fotovoltaicas menores de 20 A.

2.4.2. Control en serie

En este tipo de controlador la regulación se lleva a cabo mediante un relevador que impide el paso de la corriente cuando la batería se encuentra en condiciones de plena carga; en este caso la interrupción se realiza poniendo el arreglo en circuito abierto.

2.5. Batería

2.5.1. Definición

La batería solar es un dispositivo que almacena la energía eléctrica generada por los módulos durante los periodos de sol. Normalmente, las baterías se utilizan durante las noches o periodos nublados, el intervalo que incluye un periodo de carga y uno de descarga, recibe el nombre de ciclo. Idealmente las baterías se recargan al 100% de su capacidad, durante el periodo de carga de cada ciclo. Si existe un controlador, las baterías no se descargarán totalmente durante el ciclo, de igual manera no corren el peligro de sobrecargarse durante periodos de poco uso [15].

Para el manejo de Baterías hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- **Capacidad:** La capacidad en Amperios-hora (A-h) es simplemente el número de A que la batería puede descargar, multiplicado por el número de horas en que se entrega dicha corriente. Este parámetro determina cuánto tiempo el sistema puede operar una carga determinada sin que haya necesidad de recarga [15].
- **Capacidad de régimen:** Si la batería es cargada y descargada a una razón diferente a la especificada en el régimen, la capacidad en A-h puede variar. Generalmente, si la

batería se descarga a una razón menor, entonces la capacidad será ligeramente mayor [15].

- Profundidad de descarga:** Este parámetro describe la fracción de la capacidad total de la batería que puede ser usada sin necesidad de recarga y sin dañar a la batería. Como regla general, mientras menor sea la cantidad de energía que se extrae de la batería durante cada ciclo, mayor será la vida útil de la misma. Esta descripción da origen a la clasificación de las baterías en dos grandes grupos: ciclo ligero o automotriz y ciclo profundo (en el ciclo ligero o automotriz, las baterías se diseñan para altas descargas iniciales, como puede ser el arranque de un motor, pero continuamente se están cargando y descargando de manera alternativa. Estas baterías, también llamadas de arranque, se diseñan para profundidades de descarga no mayores del 20 por ciento. De manera opuesta las baterías de ciclo profundo se diseñan en función de largos periodos de utilización sin necesidad de recibir recarga, por lo tanto éstas son más robustas y generalmente tienen mayor densidad energética) [15].
- Dimensionamiento de la batería:** Una batería se dimensiona en función de la energía que debe abastecer diariamente la autonomía que debe proporcionar durante periodos nublados y la profundidad de descarga [15].

2.5.2. Tipos

A continuación en la Tabla 2.2 se nombra algunas características de baterías. De donde se deduce que las de ciclo profundo son los idóneos para sistemas fotovoltaicos.

Tabla 2.2: Características de baterías [15].

	Plomo-Acido no sellada (Ciclo Profundo)	Plomo-Acido no sellada (Ciclo Ligero)	Gel-Cell	NiCd
Profundidad de descarga	40-80%	15-25%	15-25%	100%
Autodescarga por mes	5%	1-4%	2-3%	3-6%
Capacidad típica AH/m ³	35,314	24,720	8,828	17,660
Rango de capacidades AH/m ³	7,062 a 50,323	5,791 a 49,000	3,672 a 16,400	3,630 a 34,961
Capacidad típica AH/Kg	12.11	10.13	4.85	11.10
Rango de capacidades AH/Kg	4.18 a 26.65	2.42 a 20.26	2.20 a 13.87	2.64 a 20.90
Temperatura mínima de operación 0C	-6.6	-6.6	-18	-45

2.6. Inversor

Los inversores son unidades acondicionadoras de potencia para alimentar cargas de artefactos eléctricos de corriente alterna (CA). Los inversores más comunes de sistemas fotovoltaicos aislados funcionan 12, 24, 48 o 120 V de entrada en corriente directa (CD) y salida a 120 o 240 V en CA a 60 Hertz (Hz) [16].

2.6.1. Clasificación

Los inversores tienen varios tipos de clasificación, nosotros nombraremos la clasificación de acuerdo al tipo de la forma de onda que producen, estas son la cuadrada, la sinusoidal modificada y la sinusoidal.

- **Las unidades de onda cuadrada** proporcionan una salida conmutada de CA son económicos y adecuados para alimentar ciertos artefactos de corriente alterna como calentadores con resistencia eléctrica, herramientas o artefactos de mano y lámparas incandescentes.
- **Los inversores de tipo de onda sinusoidal modificada** soportan perturbaciones transitorias y pueden alimentar una gran variedad de equipos de CA como lámparas, equipos electrónicos y la mayoría de motores.
- **Los inversores de onda sinusoidal** producen una forma de onda de CA tan buena como la de las empresas de servicios públicos.

Para la elección del tipo de inversores debe tener en cuenta lo siguiente: rendimiento de la conversión de potencia, potencia de régimen, régimen de funcionamiento, tensión de entrada, capacidad de sobretensión transitoria, regulación de tensión, protección de tensión, frecuencia, modularidad y factor de potencia.

Los inversores se dimensionan de dos formas, la primera es la cantidad de Watts que el inversor puede proporcionar durante ciertos periodos y la segunda es mediante la capacidad pico del inversor. Algunos inversores manejan potencias mayores a las nominales durante cortos intervalos de tiempo, esta característica es importante para arrancar motores que consumen de 2 a 7 veces más potencia al arranque que cuando están funcionando en forma estable. Los inversores son menos eficientes cuando se utilizan a un pequeño porcentaje de su capacidad, por tal motivo éstos no deben ser sobredimensionados [16].

En la Tabla 2.3 se muestra un cuadro resumen de los inversores más comunes empleados en sistemas fotovoltaicos.

Tabla 2.3: Tipos de inversores según onda [16].

	Onda Cuadrada	Onda Modificada	Pulso Modulado	Onda Senoidal (Estado Sólido)
Salida Estándar (watts)	Hasta 1'000,000	300 a 2,500	Hasta 20,000	Hasta 2,000
Capacidad Pico (watts)	20 veces la salida estándar	4 veces la salida estándar	2.5 veces la salida estándar	4 veces la salida estándar
Eficiencia Típica sobre el rango de potencia de salida	70 a 98%	70 a 85%	90%	80 a 85%
Distorsión Armónica*	Hasta 40%	5%	Menos que 5%	1 a 2%

* La distorsión armónica debe ser lo menos posible ya que describe errores en la forma de la onda.

2.7. Isla de edición

Es el lugar donde se editan videos o fotos, está compuesta principalmente por una computadora con un programa de edición, estas deben de tener características apropiadas para una mejor calidad en la edición [17].

2.7.1. Tipos

Existen dos tipos de islas de edición:

- **Islas lineales:** En las lineales se graba en un medio analógico, con lo cual trae como consecuencia que no pueda ser borrado fácilmente, con esto se tiene que tener listo todos los detalles de la grabación en orden, de acuerdo al video que se quiere.
- **Islas no lineales:** En las islas no lineales se digitaliza el video mediante la grabación en un medio digital (memoria), uno de los programas más usados en edición de videos es el Final Cut que tiene como requerimientos mínimos una computadora MAC con procesador Intel Core2, 4 GB de RAM, tarjeta gráfica compatible con OpenCL o Intel HD Graphics 3000 o posterior, 512 MB de VRAM y 2.4 GB de espacio en disco además debe contar con una pantalla de resolución de 1280 x 768 o superior. También se necesita una tarjeta de video que monitorea la computadora y otra tarjeta gráfica que monitorea el video en un televisor, consolas de audio y parlantes [17].

2.8. Sala de grabación y sala de control

Para el set o plató se necesitan cámaras de estudio, diversos micrófonos, luces adecuadas, rack, griferías, brazos, entre otras. La sala de control se divide en:

- **Control técnico:** este espacio servirá de puerta de entrada de las señales que llegan desde el plató, distribuyéndose desde aquí al resto de elementos que integran el sistema de control [18].

- **Realización:** esta zona se erige como el centro de operaciones del conjunto de producción, donde se toman decisiones y se coordina a todo el equipo [18].
- **Sonido:** las operaciones relativas al audio se centralizaran en un área específica, donde se localizan las fuentes de sonido auxiliar, los generadores de efecto de audio y el propio mezclador [18].
- **Sala de equipos:** cuando los medios técnicos empleados son numerosos, se dispone de una sala en la cual se ubica la mayor parte del equipamiento técnico, y en las zonas de operación únicamente están sus consolas de control [18].

2.9. Pozo de tierra

Esta instalación consiste de un electrodo de cobre, el terreno donde se va a instalar el electrodo y el conductor de conexión de puesta a tierra. El electrodo es enterrado en un pozo o zanja cavada en el terreno y luego se le conecta el conductor usando una abrazadera (que generalmente es de bronce).

Dependiendo del tipo de terreno, la resistividad puede ser la siguiente:

- **Terreno orgánico:** de 10 a 200 Ω -m.
- **Terreno pedregoso:** de 400 a 800 Ω -m.
- **Terreno rocoso:** mayor de 1000 Ω -m.

El electrodo es un conductor metálico en contacto con la tierra y sirve para establecer un camino de baja resistencia a la tierra. La elección del tipo del electrodo está en función de los requerimientos del diseño:

- Las dimensiones del terreno disponible para hacer la instalación.
- La resistencia requerida para la puesta de tierra.

Los sistemas de electrónica sensible (como instalaciones de automatización o de telecomunicaciones) requieren de una instalación de puesta a tierra de 10 Ω como máximo. Existen cuatro tipos de electrodos disponibles: Varilla o Jabalina, planchas de cobre, conductor enterrado, Mallas o Anillos [19].

Capítulo 3: Dimensionamiento del telecentro

En este capítulo se elaborará el diseño de la red que tiene como componentes principales la red interna de telecomunicaciones y el sistema de suministro eléctrico.

3.1. Consideraciones para el diseño del telecentro sobre la base de los requerimientos de la población

Para el diseño del telecentro se debe de conocer la realidad de la localidad.

3.1.1. Hipótesis de la investigación

Plantaremos las hipótesis primarias y secundarias según la investigación

3.1.1.1. Hipótesis principal

- Lamud no cuenta con servicio de Internet y telefonía, además de tener una red pública de electricidad ineficiente con continuos cortes de luz, un sistema de salud deficiente y una escuela que no tiene un horario definido, además de la necesidad de los pobladores de aprender nuevas técnicas de cultivo y tratamiento de ciertos productos ya que se pierde dinero por el desconocimiento del proceso. El Telecentro cubrirá tanto la necesidad de comunicación, brindará capacitación y generará contenidos.

3.1.1.2. Hipótesis secundaria

- Los equipos del telecentro permitirán capacitar a la población en las materias relacionadas a su estilo de vida.
- Los cursos que se dicten deben complementar la vida cotidiana de los pobladores.
- El acceso a Internet le permitirá manejar información en salud, cultivos, entre otros.
- El telecentro ofrecerá servicios de comunicación como telefonía permitiendo que los pobladores no viajen largas distancias para comunicarse con sus seres queridos.
- El telecentro facilitará la generación de contenidos a través de servicios como la sala de grabación y fotocopia.

3.2. Objetivos de la investigación

Los objetivos que guían esta investigación serán los siguientes

3.2.1. Objetivo principal

- Dimensionar un telecentro para la localidad de Lamud.

3.2.2. Objetivos específicos

- Investigar el tipo de geografía y clima de Lamud.
- Conocer los requerimientos de la población.
- Brindar acceso de Internet y telefonía.
- Diseñar un espacio para generación de contenidos.
- Capacitar a la población (Salud, agricultura, sanidad, computación, entre otras).
- Investigar sobre las tecnologías a usar en el telecentro.
- Realizar la selección de equipos de acuerdo a un buen costo-beneficio.
- Diseñar un sistema de energía alternativo que pueda implantarse en el telecentro de Lamud ante la ineficiencia de la red pública eléctrica.
- Comprobar la existencia de radioenlace por donde se llevará la conexión a Internet del telecentro de Lamud y si el ancho de banda que se trasmite es el adecuado.
- Analizar si el telecentro puede generar sus propios recursos.

3.3. Secuencia de pasos para elaborar el diseño del telecentro

A continuación se detallará los pasos a seguir en el diseño del telecentro en Lamud

- 1 Conocer los requerimientos de la población:** Se debe de conversar con personas de la localidad para ver sus necesidades y como el telecentro puede ayudarlos.
- 2 Determinar los servicios a ofrecer en el telecentro:** Se deduce inmediatamente de los requerimientos de la población.
- 3 Hacer la distribución de ambientes según los servicios a brindarse:** Una vez se pongan los servicios se les debe de dar un área en el Telecentro
- 4 Diseñar la de red interna de telecomunicaciones:** Se determina la cantidad de equipos a usar, algunas características de estos, la elección de la topología, cableado entre otros.
- 5 Seleccionar los equipos a utilizarse en el diseño del telecentro:** Se busca equipos que cumplan con los requerimientos del diseño, para luego seleccionarlos según el costo beneficio de cada equipo.
- 6 Comprobar la conectividad de la red de Telecomunicaciones:** Se comprueba por medio de un programa si es que hay conectividad con el punto emisor.
- 7 Garantizar el suministro eléctrico:** Al tener la red pública continuas fallas, se investiga y aplica otros medios alternativos como los paneles solares y riogenerador y la aplicación en este tipo de sistemas.

8 Determinar el presupuesto: Se determinan los costos necesarios para la implementación del telecentro y su evaluación económica.

3.4. Necesidades de la población:

Los requerimientos de los pobladores que nosotros podemos cubrir de esta zona son:

- **Internet y telefonía:** La localidad no posee estos dos servicios por lo cual urge de estos.
- **Lugar donde puedan aprender:** La gente trabajadora que ya dejó la escuela no tiene un lugar donde mejorar sus técnicas de trabajo y volverse competitivo.
- **Cuarto de estudio privado o grupal:** Los profesionales de Lamud requieren estos espacios para poder hacer sus investigaciones o algunos debates.
- **Generación de contenidos:** Cantantes locales, productores agrícolas, ganaderos y personas dedicadas al turismo tienen la necesidad de presentar sus productos, costumbres y la belleza de la zona a través de videos o fotografías para que puedan ser vistas por futuros compradores.

En base a estos requerimientos básicos se diseña el telecentro. En la figura 3.1 se ve el diseño general del telecentro, se puede apreciar la alimentación eléctrica, sistemas de protección eléctrica y la torre de recepción del local. En cuanto al soporte técnico en el radioenlace (wimax) hay empresas como OLO que brindan este servicio en el país.

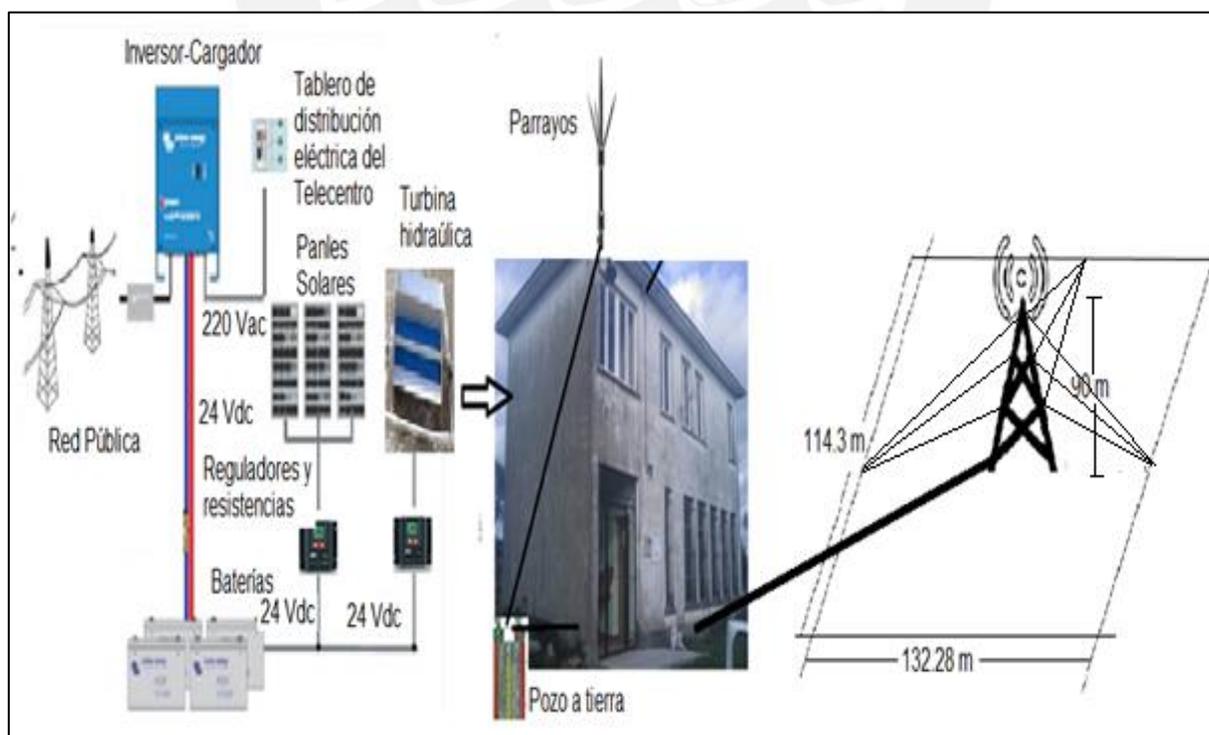


Figura 3.1: Diseño de Telecentro

3.5. Servicios del telecentro

Los servicios que brinde el telecentro deben cubrir algunas de las necesidades de la localidad como son telefonía, Internet, grabación de videos entre otros.

- **Servicio de Internet y Cómputo:** El servicio de Internet les permitirá acceder a una amplia información pública mundial, intercambio de esta y conexión con el exterior. Además las computadoras estarán provistas de herramientas informáticas básicas que les permita elaboración de tablas y textos, presentaciones y gráficos.
- **Servicio de impresión y fotocopia:** Este servicio servirá para poder poner en físico la información o documentación que se necesita para su posterior utilización tanto dentro como fuera del telecentro. El ambiente destinado a este servicio contará con una multifuncional láser y una computadora.
- **Servicio de Cursos de Capacitación:** Lamud al ser una localidad básicamente agrícola, los cursos a dictarse serán cursos de producción y post-cosecha de sauco, curso de acopio de aguaymanto, curso de transformación y comercialización de cultivos como la mora [6]. También, se impartirán cursos de ofimática, cursos de edición de video, cursos de producción de video y cursos de diseño de páginas web.
- **Servicio de Proyección de videos:** Se proyectarán videos de los distintos cursos a dictarse para mejorar la calidad de enseñanza. Este ambiente tiene una capacidad para 25 alumnos y usarán un proyector, una computadora y 2 parlantes.
- **Servicio de Telefonía:** Se brindará este servicio por medio de 3 teléfonos con adaptadores IP y las 9PC de la sala de cómputo con la aplicación de VoIP Skype. Los 3 teléfonos siempre estarán disponibles al público, mientras que las computadoras usadas para tal función serán en un horario restringido.
- **Servicio de Videoconferencia:** Este servicio servirá para las conferencias que pueden recibir los pobladores, médicos y otros profesionales para perfeccionar técnicas o compartir conocimientos con otros expertos del resto del mundo.
- **Servicio de grabación de videos:** Este servicio será usado para generar contenido a través de videos, está constituido por el plató y la sala de control. El plató estará equipado con micrófonos, cámaras y luces especiales; mientras que el set de control contará con un monitor, un mezclador de sonido, un control de cámara y una grabadora. En el anexo1 se encuentran las pautas para realizar un video en forma profesional.
- **Servicio de isla de edición:** Este servicio está orientado a la disposición de equipos para la edición de videos en una isla no lineal, este ambiente tendrá una computadora configurada para edición de video, un grabador/lector de bluray, parlantes, audífonos, un mezclador de audio y un televisor, junto con el programa Adobe Premier que les permitirá realizar las ediciones.

- **Servicio de Cubículos:** Los cubículos serán tanto grupal como individual, los cubículos grupales serán usados como un salón de junta y los cubículos individuales tendrán computadoras con los mismos programas de la sala de cómputo y conexión a Internet.

3.6. Infraestructura del telecentro

3.6.1. Distribución de los ambientes en el Telecentro

El local será donado por la municipalidad, dicho local de 180 m² es de dos pisos ubicado cerca de la municipalidad y a una distancia aproximada de 100 m del río, se le harán los respectivos cambios para la distribución de ambientes, cableado para telecomunicaciones y eléctrico.

En la tabla 3.1 se muestran los diferentes ambientes del telecentro con sus respectivas áreas y características, mientras que el plano de distribución de ambientes está en la figura 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1: Distribución de ambientes en el telecentro.

Ambiente	Área (m ²)	Características
Isla de edición	11.12	Primer nivel.
Sala de Telefonía	4.47	Primer nivel.
Sala de Fotocopia e Impresión	7.5	Primer nivel.
Sala de equipos primer piso	7.8	Primer nivel, también será el lugar donde se pondrán las cajas de distribución eléctrica.
Sala de Proyección de videos	45.65	Primer nivel, capacidad para 25 personas.
Recepción	6	Primer nivel.
Sala de Cómputo	25.85	Primer nivel, capacidad para 9 personas.
Sala de Video-Conferencia	12	Primer nivel, capacidad para 6 personas.
Baños	Caballeros: 8.64 Damas: 10.13	Primer nivel. El baño para hombres contara con: 2 urinarios, 2 waters y 2 lavaderos, y el de damas tendrá 3 waters y 2 lavaderos.
Pasadizos y escalera	42.34	Primer nivel
Total primer piso	180	
Set	54	Segundo nivel.
Control de Grabación	7.37	Segundo nivel.
Sala de equipos segundo piso	7.05	Segundo nivel.
Almacén	6.18	Segundo nivel, se usara como deposito
Administración	13.28	Segundo nivel.
Cubículos	Individual: 4.15 Grupal: 8.75	Segundo nivel, son 4 cubículos individuales y 4 cubículos grupales
Pasadizos y escalera	40.52	Segundo nivel.
Total segundo piso	180	

3.6.2. Distribución de cableado de Telecomunicaciones

3.6.2.1. Cableado estructurado

El sistema de cableado estructurado será bajo la norma TIA/EIA 568-B, para mayor información revisar el anexo 2. En la figura 3.4 y 3.5 presentaremos la distribución del cableado por cada nivel del edificio.

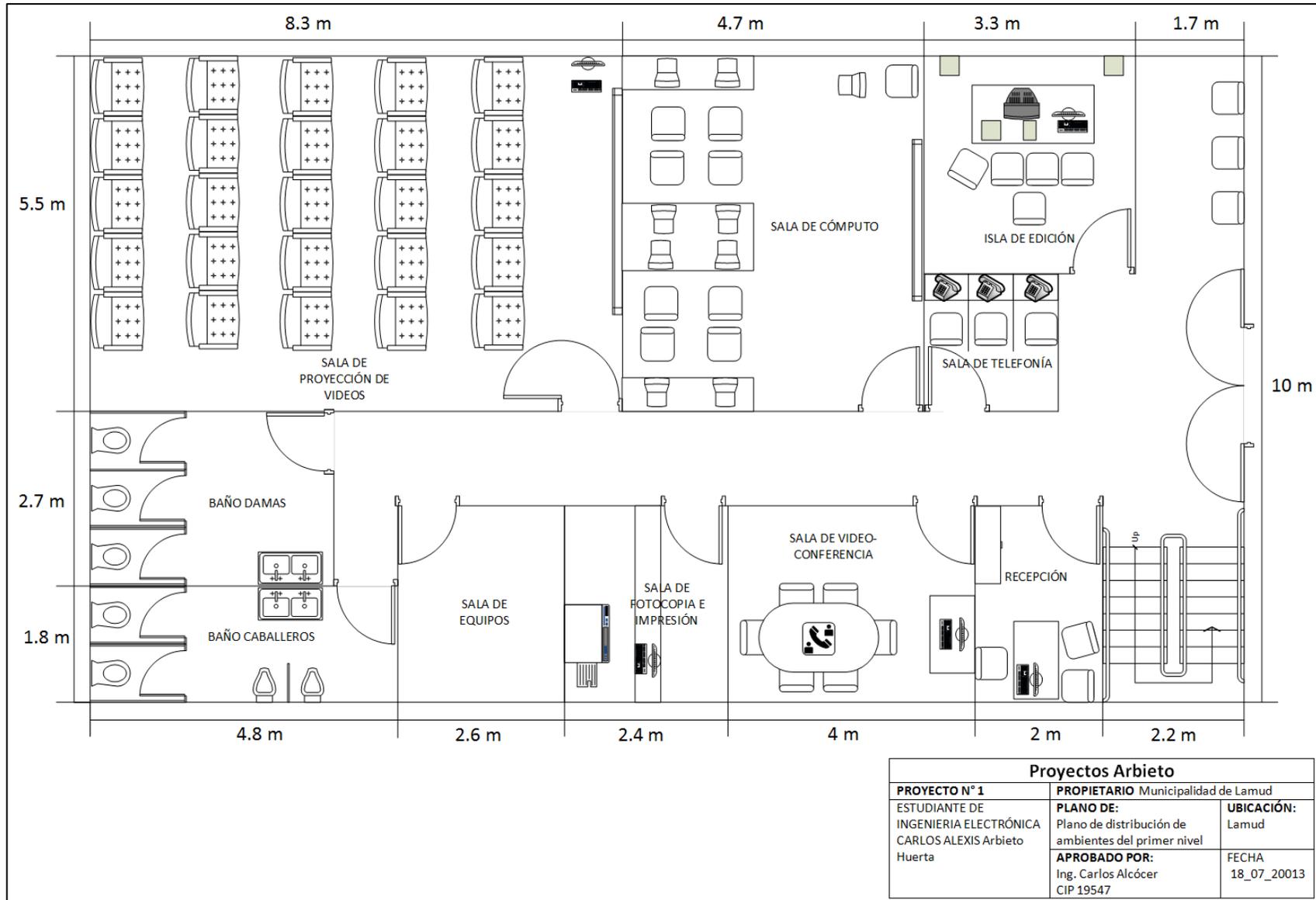
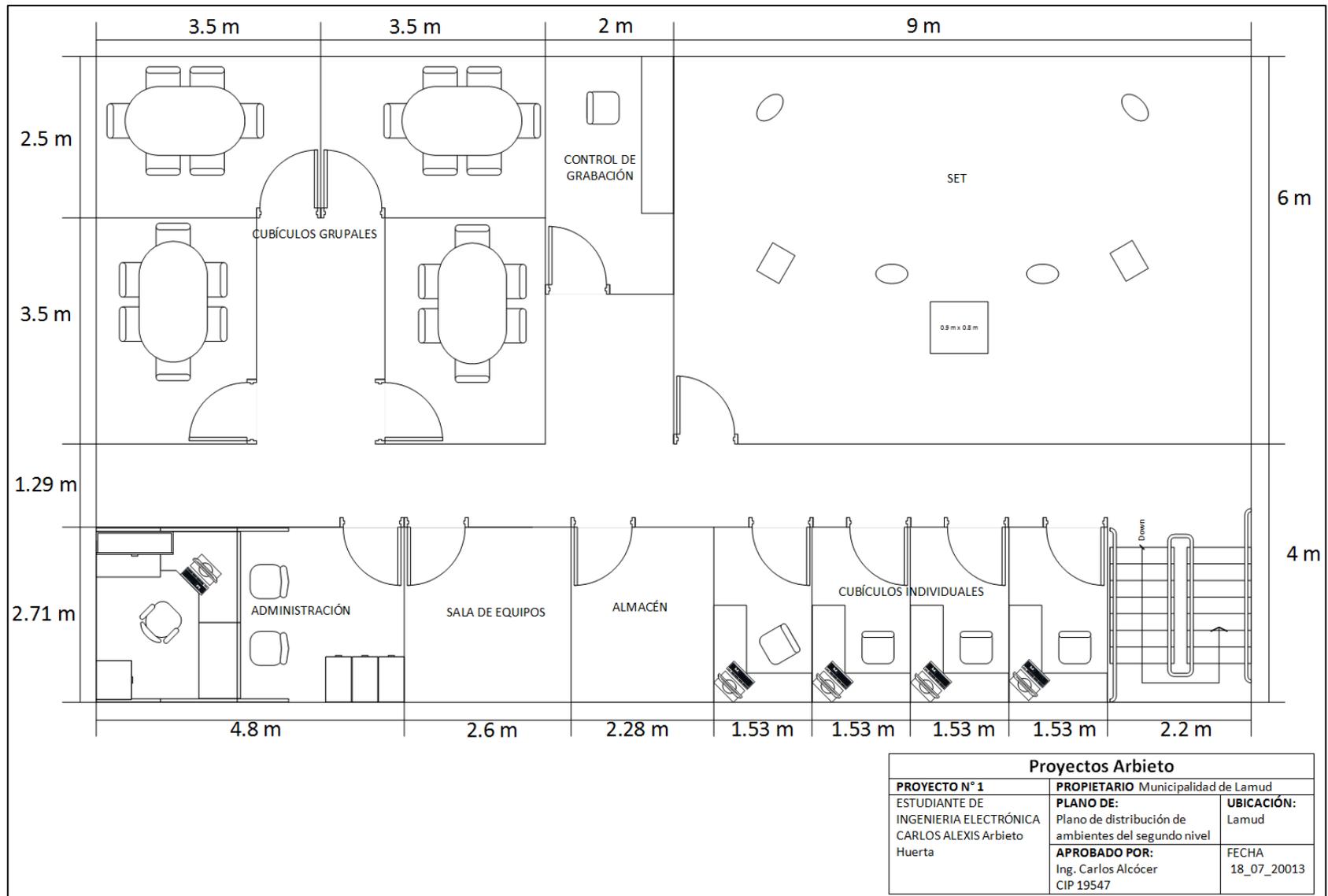


Figura 2.2: Distribución de ambientes primer nivel.



Proyectos Arbieto		
PROYECTO N° 1	PROPIETARIO Municipalidad de Lamud	
ESTUDIANTE DE INGENIERIA ELECTRÓNICA CARLOS ALEXIS Arbieto Huerta	PLANO DE: Plano de distribución de ambientes del segundo nivel	UBICACIÓN: Lamud
	APROBADO POR: Ing. Carlos Alcócer CIP 19547	FECHA: 18_07_20013

Figura 3.3: Distribución de ambientes segundo nivel.

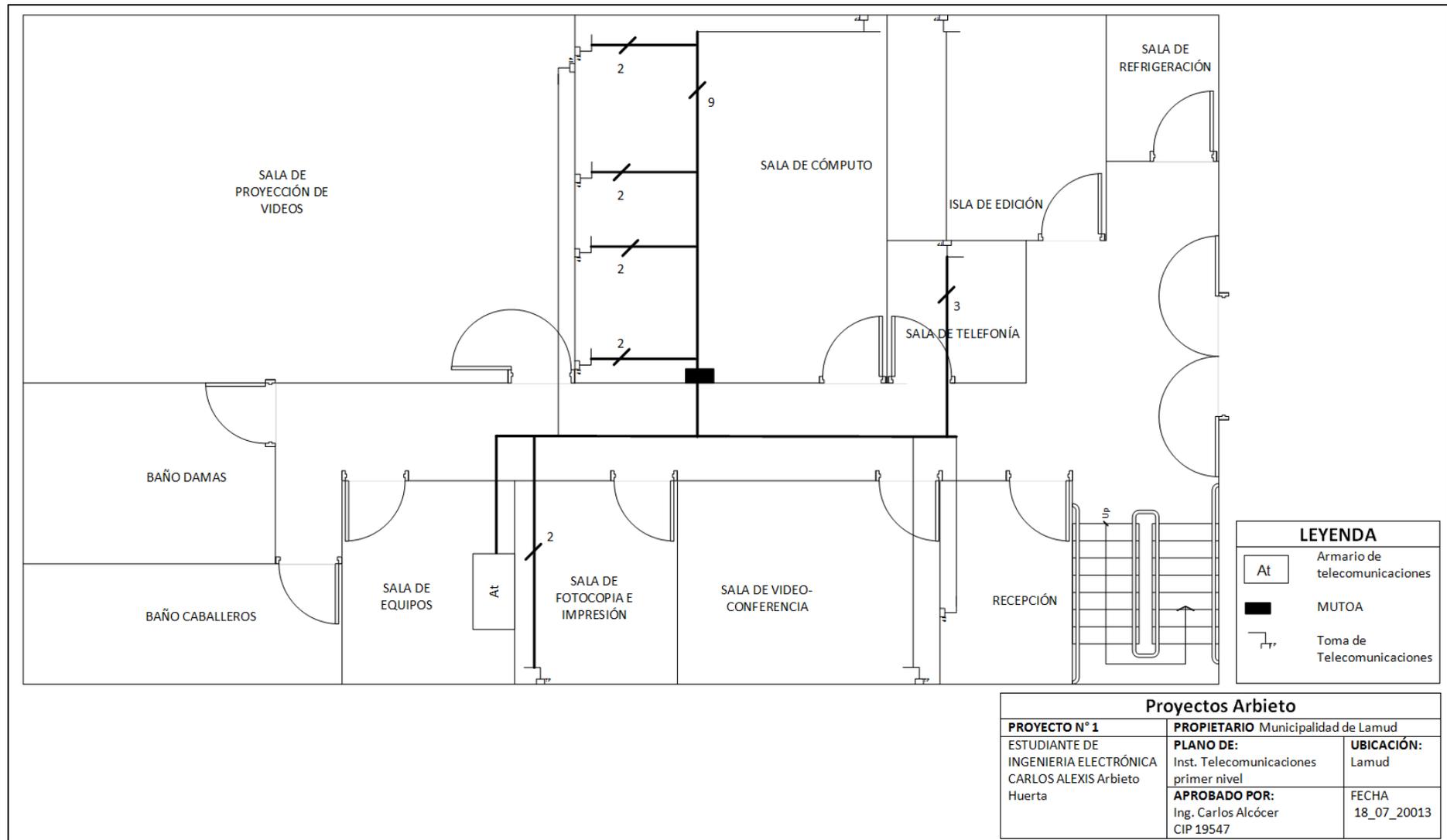


Figura 3.4: Distribución de cable UTP primer nivel.

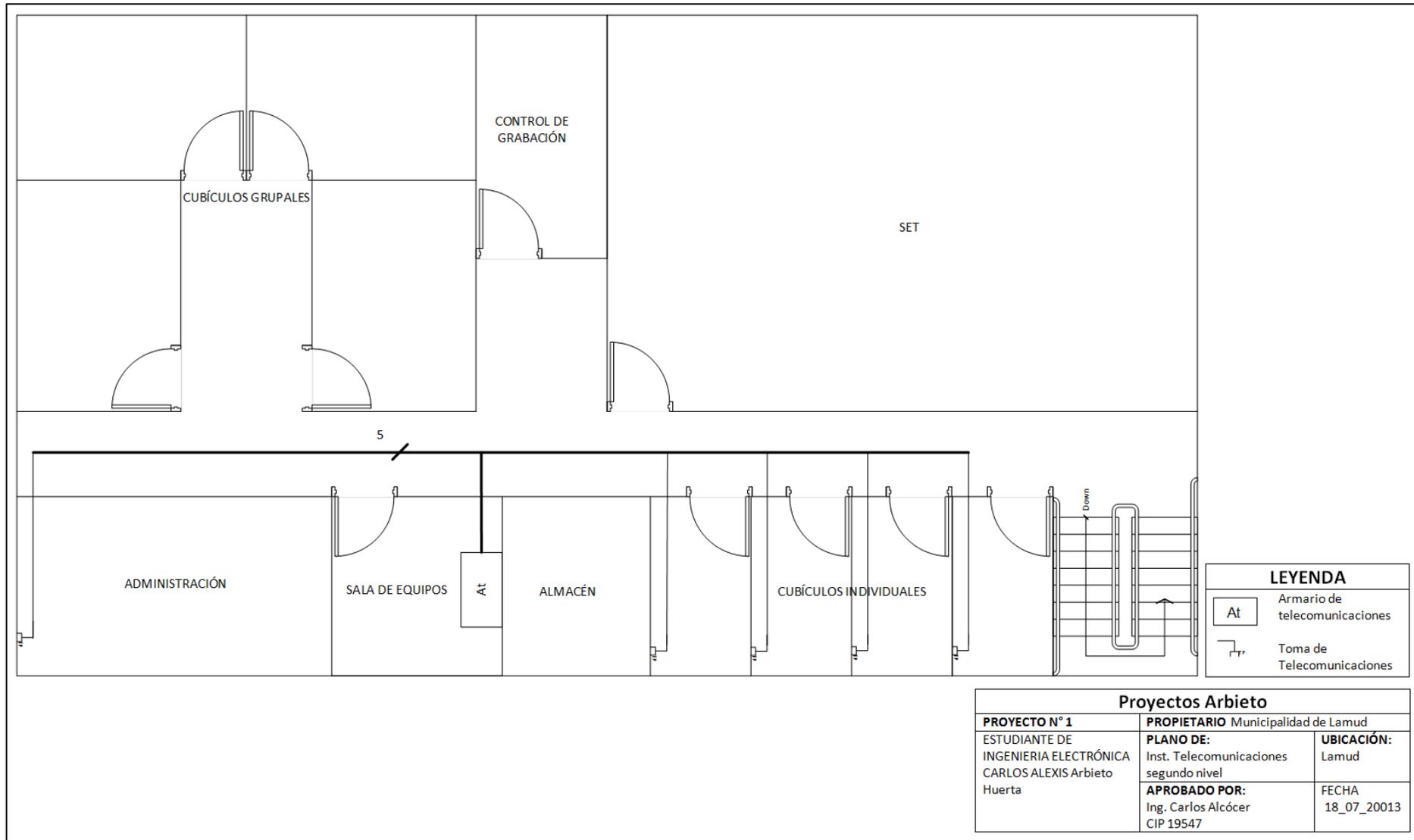


Figura 3.5: Distribución de cable UTP segundo nivel.

3.7. Diseño de la red de comunicaciones

Para el diseño de la red lo primero que se debe hacer es escoger la topología de la red para luego de esto realizar la distribución de la red de comunicaciones.

3.7.1. Topología de la red

La topología idónea para el telecentro es la estrella extendida, que es una red estrella con dispositivo de red adicional conectado al dispositivo de red principal, esta topología tiene los mismos beneficios que la estrella. Como que si falla algún host el resto de la red no se verá afectada, se podrá hacer una monitorización y mantenimiento centralizado, facilita la modificación del sistema y la incorporación de nuevos elementos. El inconveniente de esta topología es que si el punto central falla entonces fallaría toda la red [20].

Para nuestra LAN no necesitaremos un firewall físico ya que con la instalación de firewall virtuales y la protección de seguridad que ofrece Movistar será suficiente. La estación base que usamos cumple como router al cual se le conectará un switch principal que a su vez estará conectado a 2 switches secundarios desde donde se distribuirá la red a cada componente. La topología física de la red se ve en la Figura 3.6

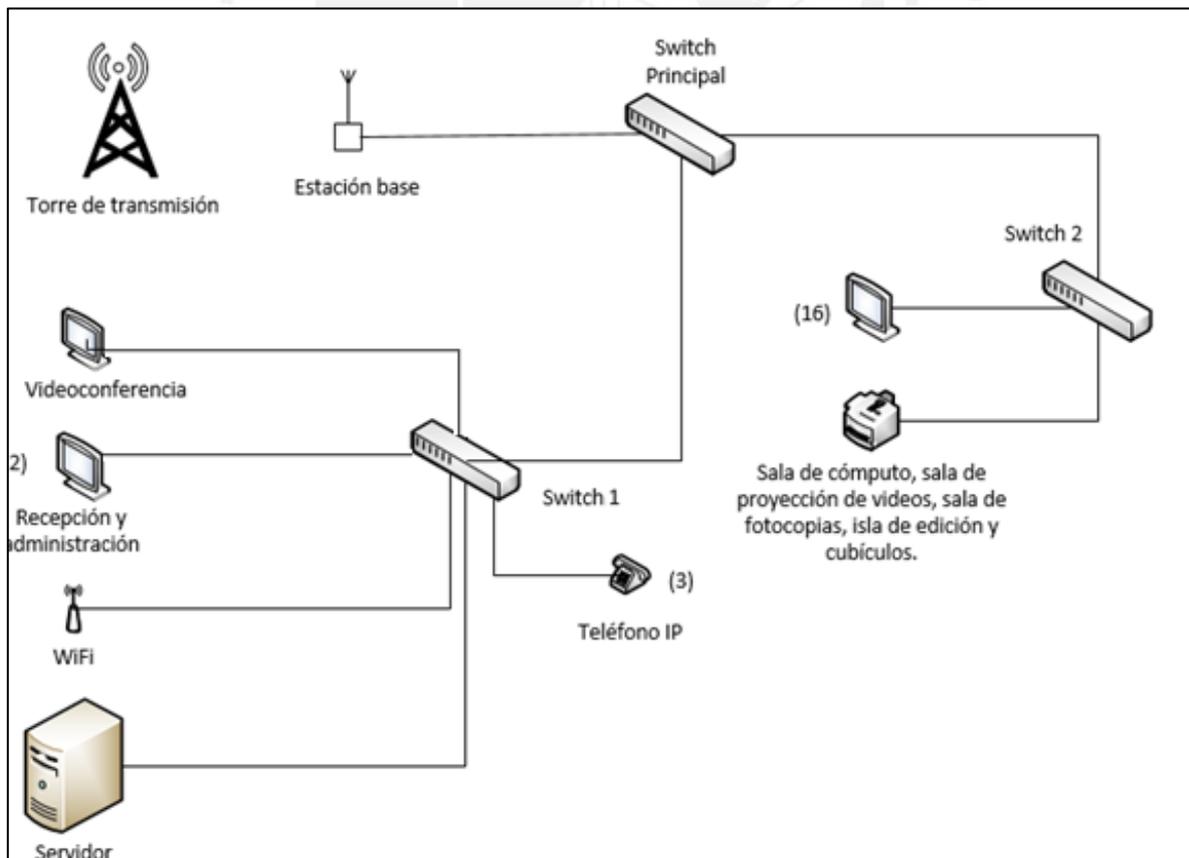


Figura 3.6: Topología física de la red.

3.7.2. Distribución de la red

Se usarán 2 switch para la distribución de cableado en las computadoras, con lo cual se incrementará la eficiencia de la red con respecto así usáramos uno solo ya que tendremos dominios separados de colisión. También se separarán dominios de transmisión mediante la creación de VLANs con direcciones IP, dicha separación será de acuerdo al tipo de dato a transmitir, como por ejemplo los teléfonos usaran calidad de servicio, la sala de videoconferencia usa un mayor ancho de banda que las demás VLANs y el punto de acceso inalámbrico se separa para que los otros equipos conectados al switch no afecten su rendimiento.

Se reparte las direcciones IP en el anexo 2, esta distribución se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Descripción y distribución de los equipos en la red

Equipos	Descripción
Estación base	Salida a Internet
Servidor	Base de datos
Switch Principal	Distribuye todo el tráfico de datos a Switch 1 y Switch 2
Switch 1	VLAN1: Servidor VLAN2: Recepción y administración VLAN3: Teléfonos VLAN4: Sala de video conferencia VLAN5: Punto de acceso inalámbrico
Switch 2	VLAN2: Sala de cómputo, sala de proyección de videos, sala de fotocopias, isla de edición y cubículos.

3.8. Tráfico de red

El Telecentro brindará servicios de voz sobre IP, videoconferencia e Internet. Para esto se debe de hacer el cálculo de tráfico de datos para luego adquirir algún plan, que abastezca dicho ancho, a la empresa encargada de brindar Internet.

3.8.1. Ancho de banda para acceso a Internet

Para poder navegar por Internet, se necesita un ancho de banda de 256 kbps, velocidad suficiente para poder descargar paginas eficientemente.

3.8.2. Ancho de banda para VoIP

Voz sobre IP, es una tecnología en cual se toma señales de audio analógicas y se las transforma en datos digitales que serán transmitidas por Internet hacia una dirección IP determinada. Se requiere un ancho de banda de 30kbps.

El adaptador que usaremos para nuestros teléfonos Panasonic serán los Linksys Pap2T, que serán provistas por la empresa Sitatel, este adaptador trabaja con el códec G.723.1 que tiene una mayor compresión que los códec G.711.

3.8.3. Ancho de banda para videoconferencia

La video conferencia es una tecnología multimedia que permite la comunicación en tiempo real de audio, video y datos de dos puntos geográficamente diferentes. Según el estándar H.323 ITU-T (International Telecommunication Union), que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. La velocidad estándar para transmitir información en video conferencia es de 384 kbps [9].

3.8.4. Cálculo del tráfico de red

Según el cálculo de Erlang [21] que se encuentra en el anexo 3, el telecentro requiere de 12 teléfonos. Haremos un diseño donde halla 3 teléfonos con adaptador IP funcionando todas las horas que el telecentro se encuentra en actividad y colocaremos en las 9 computadoras de la sala de cómputo el programa Skype que es una aplicación de VoIP con lo cual en un determinado horario este ambiente pueda funcionar como centro de llamadas. Con estos dispositivos se completarán las 12 líneas necesarias para nuestra localidad.

Finalmente para el cálculo de ancho de banda se necesita el factor de concentración que cambia de acuerdo al tipo de información a transmitir, este multiplicará los anchos de banda respectivos [22]. En Tabla 3.3 se apreciará el ancho de banda total para el telecentro.

Tabla 3.3: Ancho de banda de la red.

Servicio	N° de equipos	BW por unidad (Kbps)	BW grupal (Kbps)	Factor	BW total (Kbps)
Acceso a Internet	16	256	4096	0.2	819.2
VoIP	Teléfono IP:3 PC: 9	30	360	1	360
Video-conferencia	PC:1	384	384	1	384
		Sub-total	3392	Total	1563.2

3.9. Comparación y selección de equipos que se usaran en el telecentro

Para poder seleccionar equipos, primero se necesita la totalidad de equipos a utilizar con las características que le permitan tener un correcto desempeño, luego demandar dichos productos a través de las diferentes alternativas que ofrece el mercado.

En la tabla 3.4 se muestran los equipos necesarios en el telecentro divididas según el tipo de servicio. En el anexo 4 estan los diferentes cuadros comparativos entre marcas y modelos, junto

con los motivos de la selección de cada modelo. También se adjuntan las características técnicas y los costos de equipos encontrados.

Tabla 3.4: Equipos para el Telecentro.

Servicio	Servicio específico	Ubicación	Equipo	Cantidad
Generación de contenidos	Creación de contenidos	Isla de edición No Lineal	PC especializada para edición de video y audio.	1
			Mezcladora de audio	1
			Televisor	1
			Grabadora de video	1
			Parlantes	2
		Sala de grabación	Micrófono Microflex	1
			Cámara tipo domo	1
			Micrófono inalámbrico	1
			Micrófono pechero	2
			Cámara de video	2
	Set de control	Monitor	1	
		Audífono	1	
		Consola de audio	1	
		Luces	4	
		Controlador de cámara	1	
	Servicios gráficos	Sala de impresión y fotocopia	Mezcladora de audio	1
			Grabadora de video	1
Conectividad	Telefonía	Sala de telefonía	Parlante	1
			Monitor	1
	Internet	Sala de cómputo y cubículos	PC	13
Capacitación	Videos y cursos	Sala de video	Videoconferencia	1
			Proyector	1
			PC	1
		Sala de cómputo	Parlantes	2
			Proyector	1
		Recepción y adminis.	PC	2
			Sala de equipos	WiFi
		Servidor		1
		Switch		1
		Estación base	1	

- **Selección de computadora especializada para edición de video y audio**

Esta computadora estará ubicada en la isla de edición. Debe de cumplir con las especificaciones del ADOBE PREMIER PRO que son sistema operativo de 64 bits, Microsoft Windows 7, 8 o Vista, 2 GB de RAM como mínimo, y 10 GB de espacio en el disco duro. También se debe de

contar con una buena velocidad de procesador y la inclusión de una tarjeta de video EVGA NVIDIA GeForce GTX 650. Se mandó a cotizar a la empresa Media Solutions Store SAC.

- **Selección de Mezcladora de audio para la isla de edición**

Se elige el MACKIE DFX-6, ver anexo 4.

- **Selección de Televisor**

Se elige el PANASONIC TX-L32E5, ver anexo 4.

- **Selección de Grabadora de video**

Se escogerá un Grabador/Lector de BluRay. Estos equipos en el mercado tienen características y precios similares. El equipo seleccionado es modelo Pioneer BDR-208DBK de 26.4 w de consumo. Pioneer es una de las marcas más usadas en grabadoras de videos y se puede encontrar fácilmente en el mercado nacional con soporte técnico. Este modelo de grabadora se escogerá para la isla de edición y sala de control. Ver anexo 4 la cotización.

- **Selección de Parlantes para la isla de edición**

Se elige el BEHRINGER TRUTH-B2031A, ver los criterios y cuadro comparativo en el anexo 4.

- **Selección de Micrófono Microflex**

Se colocarán 3 de estos micrófonos en el techo del plató de grabación, esta ubicación debe de ser estratégica para poder captar las conversaciones que sucederán en este ambiente, que irá conectado a la sala de control. Se elige el SHURE MX202, ver anexo 4.

- **Selección de Cámara Domo**

Esta cámara estará ubicada al igual que los micrófonos anteriores en el techo del plató. Esta cámara será controlada desde la sala de control. No es necesario que sea HD ya que se usa solo para hacer control de grabación. Se elige el PANASONIC WV-CS950, ver anexo 4.

- **Selección de Micrófono inalámbrico**

Se selecciona el SONY UWP-V2, ver anexo 4.

- **Selección de Micrófono pechero**

Se elige el SONY UWP-V1, ver anexo 4.

- **Selección de Cámaras de video**

Se selecciona el SONY HR-NX5N, ver anexo 4.

- **Selección de Monitor**

Se escogerán 2 monitores uno para la sala de grabación o para grabación en campo y otro para la sala de control, servirán para ir controlando la grabación. Se escoge el modelo LMD-2110W de la marca SONY ya que en el mercado existen muchos monitores de similares características y este modelo es el que se usa en la facultad de comunicaciones de nuestra universidad. Este modelo cuenta con su procesador de 10 bits, asegura gran precisión y menos artefactos en la reproducción de la imagen gracias a un filtro de alta pureza, proporciona una excelente profundidad del color que garantiza una gran reproducción de colores y cuenta con salidas HD-SDI y SD-SDI y HDMI.

- **Selección de Audífonos**

Los audífonos irán en el plató y servirán para hacer el control de audio del mezclador en las grabaciones de campo. Se elige el SONY MDR-7506, ver anexo 4 el cuadro comparativo.

- **Selección de consola de audio**

Se selecciona el SHURE FP33, ver anexo 4.

- **Selección del Sistema de control de cámara**

Se usará el Panasonic WV-CU161C esto debido a que en la hoja técnica de WV-CS854A, se recomienda el uso de este controlador. Este equipo irá en la sala de control.

- **Selección de Mescladora de audio para la sala de control**

Se elige el MACKIE 802-VLZ3, ver anexo 4.

- **Selección de Parlantes para la sala de control, proyección de video y videoconferencia**

Se elige el FOSTEX 6301B, ver anexo 4.

- **Selección de Multifuncional**

Para la multifuncional debe de escogerse del tipo laser para ahorrar en el consumo de tinta, además debe de tener conexión ethernet. Se escoge el BROTHER DCP-7065DN, ver anexo 4.

- **Selección de Computadora**

Se elige el COMPAQ CQ1110LA, viene con el monitor COMPAQ S1922A de 37w. Este modelo será usado en todos los ambientes que requieren computadoras, ver anexo 4.

- **Selección de Teléfonos**

Para los teléfonos se consultó con la empresa Sitatel que ofrece soporte para telefonía IP, ellos usan los LINKSYS Pap2T como adaptadores que son compatibles con cualquier teléfono Panasonic. El modelo de teléfono que escogemos debido a su menor costo será el KXTS500.

- **Selección de Proyector**

Escogemos el modelo BENQ MS510, ver anexo 4.

- **Selección de Punto de acceso inalámbrico**

Se elige el CISCO WLAN-WRVS4400N compatible con estándares 802.11b/g/n, ver anexo 4.

- **Selección de Servidores**

Se elige el POWEREDGE T110 II, ver anexo 4.

- **Selección de Switch**

Se elige el switch de 24 puertos CISCO CATALYST 2960-24TC-L y el switch de 8 puertos CISCO CATALYST 2960-8TC-L, ver anexo 4.

- **Selección de equipos de radioenlace**

Se elige el APERTO PACKETMAX®2000 que trabaja a frecuencia no licenciadas como el rango de 5 725 – 5 850 MHz [23], ver anexo 4 (hoja de especificaciones y cuadros comparativos).

3.10. Radioenlace

Primero haremos la comprobación de radioenlace y luego el cálculo de ancho de banda.

3.10.1. Comprobación de radioenlace

El PacketMAX®2000 puede ser usado para aplicaciones fijas al trabajar en bandas no licenciadas con el uso de una antena. Usaremos la antena HG4958-26G que tiene como ganancia 25 dBi (ver anexo 4). En el radioenlace se utiliza el sistema maestro-esclavo donde el maestro se ubicará en las coordenadas $6^{\circ}13'48.97''S$ y $77^{\circ}52'14.85''O$ y el esclavo será la antena de recepción ubicado en el telecentro ($6^{\circ}9'50.57''S$ y $77^{\circ}56'41.22''$). Se usará la banda libre de 5 725 – 5735 MHz según el plan nacional de atribución de frecuencias del MTC [23].

Para poder ver el relevamiento del perfil del terreno y la comprobación de enlace se usará el programa Radio Mobile donde colocaremos: las coordenadas del emisor y receptor, la elección de la topología, rango de frecuencias donde se trabaja y datos del sistema. En la figura 3.7 se ve los puntos de ubicación, mientras que en la figura 3.8 se muestra el resultado del enlace junto con los datos que se usan en el programa, el resto de las imágenes estarán en el anexo 5.

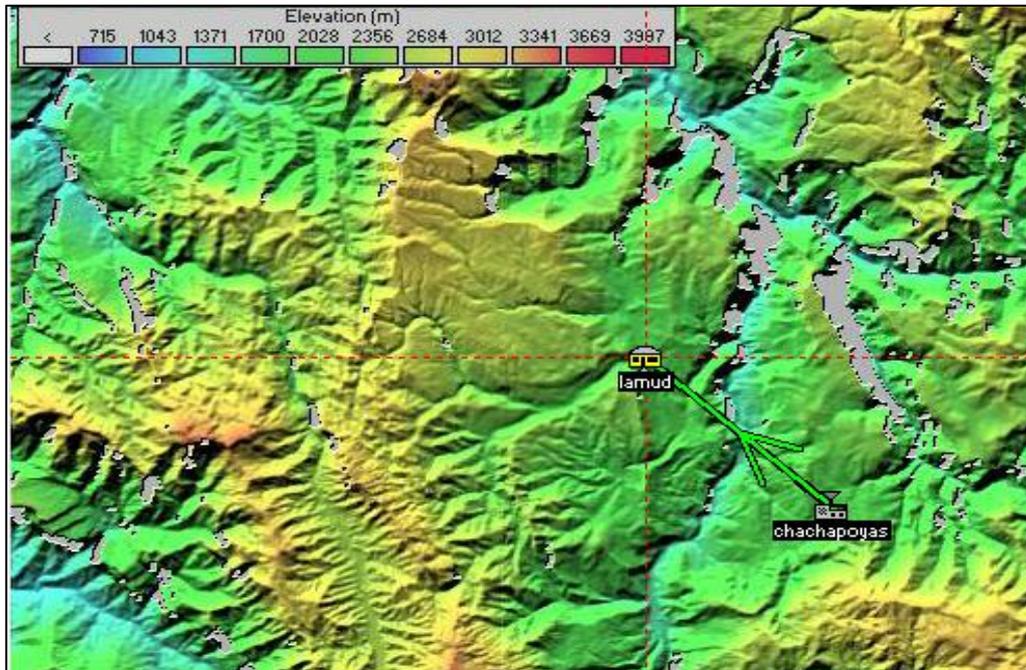


Figura 3.7: Ubicación del sistema de radioenlace.

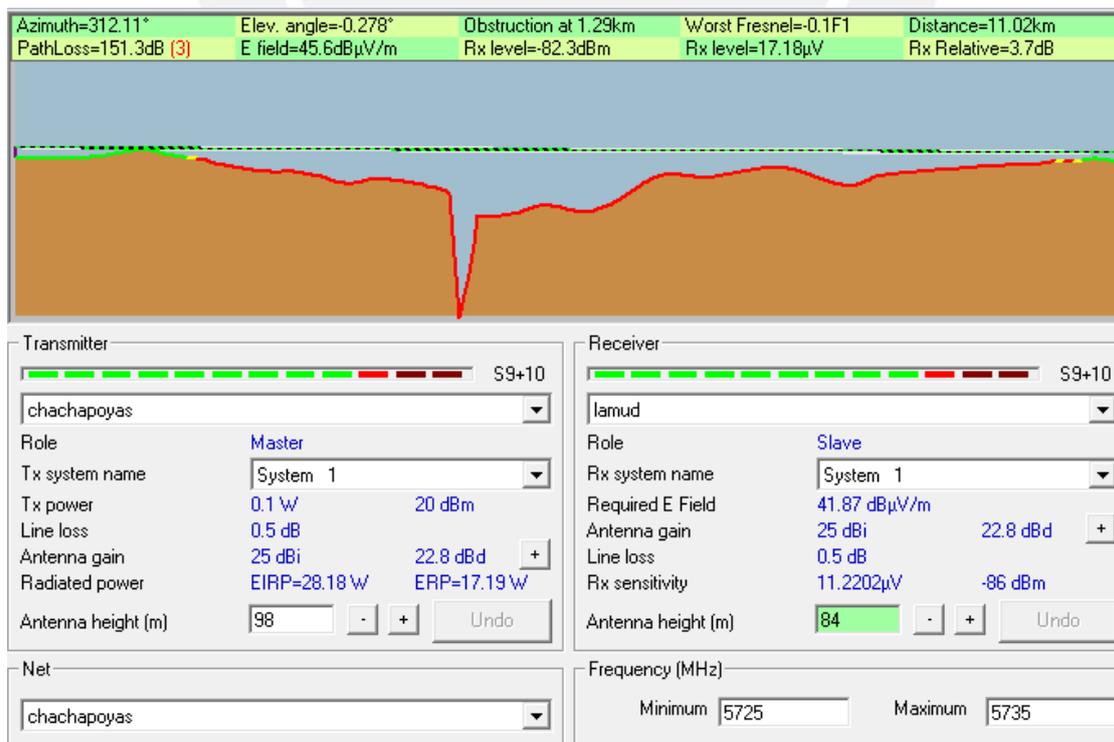


Figura 3.8: Datos utilizados y resultados en Radio Mobile

La línea verde significa que si existe enlace (línea de vista entre los puntos).

3.10.2 Cálculo de ancho de banda

Para el cálculo de ancho de banda de transmisión en Mbps se usa la fórmula para frecuencias bajas de WirelessMAN menores de 11 GHz [24].

$$V_{tx} = \frac{(BW - 0.088) \times B_s \times R_{RS} \times R_{FEC}}{(1 + \alpha)}$$

El PacketMAX@2000 usa modulación QPSK 1/2 de allí se concluye que B_s es 2 y R_{FEC} es 0.5, en la tabla 3.5 se muestran los datos que se ingresarán en la fórmula.

Tabla 3.5: Datos de fórmula.

BW (MHz)	B_s	R_{RS}	R_{FEC}	α	V_{tx} (Mbps)
10	2	0.937	0.5	0.25	7.43

Con los 7.43 Mbps se sobrepasa los 1.56 Mbps que necesita el telecentro.

3.11. Sistema de protección

Se usarán dos sistemas de protección: uno para descargas atmosféricas y otro contra las corrientes parásitas de los equipos del telecentro.

3.11.1. Pararrayos

Al ser una zona con un clima de constantes descargas eléctricas, se necesita un sistema de protección contra tal, el cual será un pararrayos que nos dará un punto controlado de desvío de energía y así evitar que nuestros equipos puedan ser dañados. Para esto hay que tener en cuenta que este equipo debe de ser ubicado a una altura mayor a 2 metros sobre nuestro edificio y el conductor de bajada se instalará de forma que su recorrido sea lo más directo posible, evitando cualquier acodamiento brusco o remonte. Este conductor debe de hacerse en la parte externa de nuestro telecentro.

Esta instalación debe hacerse según la norma NFPA 780 y los elementos de las tomas de tierra de los pararrayos deberán distar en 5 metros como mínimo de cualquier canalización eléctrica o metálica enterrada [25].

3.11.2. Pozo a tierra

El pararrayos y los laboratorios de telecomunicaciones requieren un pozo con resistividad menor a 10Ω (según NTP 370.303). Al ser un suelo cultivable debe tener una resistencia de $50 \Omega/m$,

para asegurar una resistencia menor a 5Ω . La configuración de pozo de tierra debe de ser como la que se encuentra en el anexo 6 de configuración de pozo a tierra.

3.12. Suministro eléctrico

Como ya se dijo anteriormente el pueblo de Lamud no cuenta con una red pública eficiente. Para asegurar el correcto funcionamiento de nuestro telecentro y evitar daño de equipos, se tiene que evaluar una fuente externa de energía. Al pasar un río a unos 100 m de la zona del telecentro y tener una buena radiación solar promedio, se opta por un sistema mixto paneles-riogenerador. En la figura 3.9 se muestra es el esquema de alimentación del telecentro.

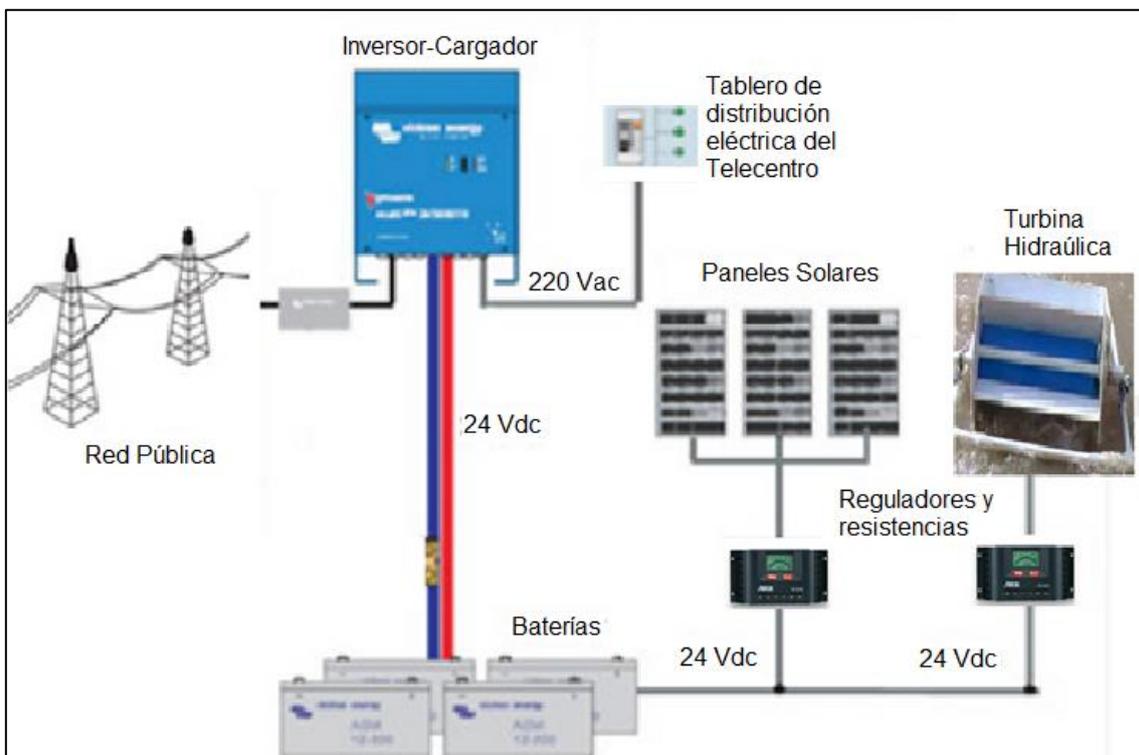


Figura3.9: Diseño de alimentación mixto

Los paneles solares, riogenerador alimentan el banco de baterías por medio de sus reguladores de carga respectivo, luego esta energía se convierte en ac gracias al inversor para finalmente ir al sistema de interruptores en el telecentro. El inversor-cargador tiene la cualidad de poder ingresar energía a las baterías de la red pública, además si en algún momento la batería esta baja conmutara muy rápidamente la línea del inversor por la de la red pública evitando que los equipos se malogren, y si la red pública se corta, simplemente las baterías se seguirán cargando por los otros sistemas y se seguirá invirtiendo la señal.

3.12.1. Cálculo de Iluminación

Aplicaremos el método de lúmenes [26], ver anexo 6. En la tabla 3.6 se aprecia la cantidad de flujo luminoso y cantidad de foco que necesita cada ambiente.

Tabla 3.6: Cálculo de focos.

Ambiente	Flujo luminoso	Flujo luminoso por foco	Potencia (w)	Cantidad de focos
Pasillos primer piso	8582.43	3200	40	3
Pasillos segundo piso	8270.27	3200	40	3
Isla de edición	3397.96	1650	24	3
Sala de Telefonía	1436.17	1650	24	1
Sala de Fotocopia e Impresión	2393.62	3200	40	1
Sala de equipos primer piso	2489.36	3200	40	1
Sala de Proyección de videos	9140.00	3200	40	3
Recepción	1914.89	3200	40	1
Sala de Cómputo	5886.36	3200	40	2
Sala de Video-Conferencia	3529.41	1650	24	3
Baño Caballeros	1372.34	1650	24	1
Baño Damas	1611.7	1650	24	1
Set	10384.61	3200	40	4
Sala de control	2361.7	3200	40	1
Sala de equipos segundo piso	3290	1650	24	2
Almacén	1645	1650	24	1
Administración	3882.36	1650	24	3
Cubículos Individual	1318.08	1650	24	1
Cubículos Grupales	2792.55	3200	40	1
Total de focos de 40W				23
Total de focos de 24 W				19

3.12.2. Cálculo de energía eléctrica

El primer paso para hacer el dimensionamiento de este sistema es saber la cantidad de carga y energía que consume el telecentro. Para esto se establecerá un horario de funcionamiento. En la tabla 3.7 se aprecia el horario de funcionamiento

Tabla 3.7: Horario de funcionamiento del Telecentro.

Hora	Sala de fotocopia e impresión	Recepción, administración, sala de computación y sala de Telefonía	Sala de proyección de videos Sala de video-conferencia y cubículos	Isla de edición, set y sala de control
08 -09	X	X		X
09 -10	X	X		X
10 -11	X	X		X
11-12	X	X		X
12-13		X		X
13-14				
14-15		X	X	
15-16		X	X	
16-17		X	X	
17-18		X	X	
18-19		X	X	

En el horario de 8 a 10 am se dictaran los cursos de computación, así que en esta hora se usará el proyector. Vale decir que no usaremos aire acondicionado.

En la tabla 3.8 se observa la carga y la energía que requiere cada ambiente.

Tabla 3.8: Carga y energía por ambiente.

Ubicación	Equipo	Cant.	Potencia (W)	Potencia grupal (W)	Fs	Fu	Horas	W-h
Isla de edición No Lineal	PC especializada para edición de video y audio.	1	80	80	1	1	5	400
	Mezcladora de audio	1	20	20	1	1	5	100
	Televisor	1	69	69	1	1	5	345
	Grabadora de video	1	26.4	26.4	1	1	5	132
	Parlantes	2	60	120	1	0.5	5	600
	Total			315.4				1577
Set de grabación	Cámara tipo domo	1	9	9	1	0.8	5	36
	Cámara de video	2	9	18	1	0.8	5	72
	Monitor	1	56	56	1	0.8	5	224
	Consola de audio	1	18	18	1	0.8	5	72
	Luces	4	105	420	1	0.6	5	1260
	Total			521				1664
Sala de control	Controlador de cámara	1	7	7	1	0.8	5	28
	Mezcladora de audio	1	13	13	1	0.8	5	52
	Grabadora de video	1	26.4	26.4	1	0.8	5	105.6
	Parlante	1	33	33	1	0.8	5	132
	Monitor	1	56	56	1	0.8	5	224
	Total			135.4				541.6
Sala de impresión y fotocopia	Multifuncional	1	445	445	1	0.25	4	445
	PC	1	62	62	1	0.25	4	62
	Total			507				507
Sala de telefonía	Adaptador a IP	2	10	20	1	1	10	200
	Total			20				200
Sala de cómputo	PC	9	62	558	0.8	0.9	10	4017.6
	Proyector	1	250	250	1	1	2	500
	Total			808				4517.6
Cubículos	PC	4	62	248	0.75	0.7	5	651
	Total			248				651
Sala de Video-conferencia	PC	1	62	62	1	0.6	5	186
	Parlantes	1	25	25	1	0.6	5	75
	Total			87				261
Sala de Proyección de video	Proyector	1	250	250	1	0.7	5	875
	PC	1	62	62	1	0.7	5	217
	Parlantes	2	25	50	1	0.7	5	175
	Total			362				1267
Recepción y adminis.	PC	2	62	124	1	0.8	10	992
	Total			124				992
Sala de equipos	WiFi	1	10	10	1	0.5	24	120
	Servidor	1	65	65	1	0.5	24	780
	Switch	2	30	60	1	0.5	24	720
	Estación base	1	19.8	19.8	1	0.5	24	237.6
	Total			154.8				1857.6
	Foco 24w	19	24	456	0.8	1	2	729.6
	Foco 40w	23	40	920	0.8	1	2	1472
	Ventiladores	5	65	325	0.8	0.7	10	1638
	Total			4983.6			Total	17885.4

En la tabla 3.9 se observan las cargas de acuerdo al horario de funcionamiento del telecentro y en la figura 3.10 se muestra la gráfica que deviene del consumo eléctrico del telecentro.

Tabla 3.9: Cargas de acuerdo al horario

Horas	Cargas según horario de funcionamiento (W)										
	08 -09	09 -10	10 -11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Sala de fotocopia	507	507	507	507							
Recepción, administra.	124	124	124	124	124		124	124	124	124	124
Sala de computo	808	808	558	558	558		558	558	558	558	558
Sala de Telefonía	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20
Sala de proyección de videos							362	362	362	362	362
Cubículos							248	248	248	248	248
Sala de video-conferencia							87	87	87	87	87
Isla de edición	315.4	315.4	315.4	315.4	315.4						
Set	521	521	521	521	521						
Sala de control	135.4	135.4	135.4	135.4	135.4						
Sala de Equipos	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8	154.8
Iluminación										1376	1224
Ventilación	325	325	325	325	325		325	325	325	325	325
Total	2910.6	2910.6	2660.6	2660.6	2153.6	154.8	1878.8	1878.8	1878.8	3254.8	3254.8

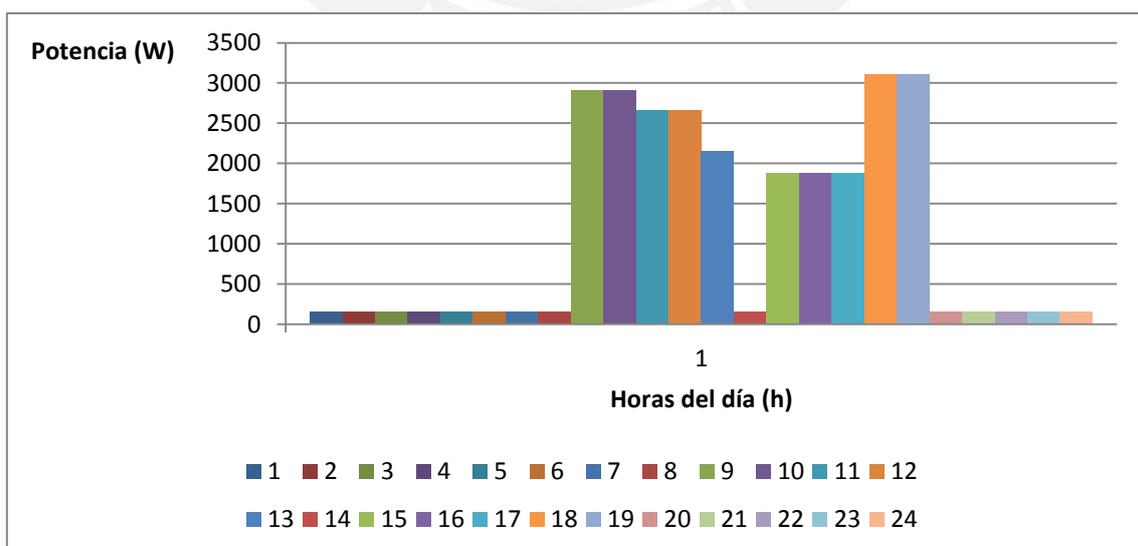


Figura 3.10: Gráfica de cargas según horario.

3.12.3. Dimensionamiento del Riogenerador

Para el cálculo de la energía que nos puede ofrecer el riogenerador PUCP se usa:

$$PotMec = Ca \times 0.5 \times AreaSumergida \times Velocidad^3 \text{ [12]}$$

Ya que el sistema del riogenerador es más caro que el sistema fotovoltaico, se debe de maximizar el sistema de la rueda hidráulica para conseguir la máxima potencia generada para velocidad del río que es de 2 m/s.

En la selva la ruedas hidráulicas deben de ser más grandes que en la costa o sierra para producir la misma cantidad de energía, debido a la lentitud de la corriente fluvial. Las ruedas más grandes comerciales con las que se cuentan en el riogenerador PUCP son de 2m de diámetro con cangliones de 2.4m de largo por 0.6m de ancho.

La de energía eléctrica resulta ser el 50% de la energía mecánica según expertos de los riogenerador. En la tabla 3.10 se observa los datos de la rueda y en la 3.11 la potencia eléctrica.

Tabla 3.10: Dimensiones de la rueda hidráulica

Lado de canglion (m)	Profundidad sumergida (m)	Área sumergida (m2)
2.4	0.5	1.2

Tabla 3.11: Potencia eléctrica generada por el riogenerador PUCP

Ca	ρ (Kg/m3)	A (m2)	V (m/s)	Potencia Mecánica (w)	Eficiencia	Potencia Eléctrica (w)
0.48	1000	1.2	2	2304	50%	1152

Calcularemos la cantidad de RPM del generador eléctrico usado en el riogenerador. Para esto usaremos la siguiente fórmula que nos dará una idea de dicha cantidad, recordemos que después de la turbina viene un sistema de multiplicadores que se conectará al generador. Estos multiplicadores aumentan en 20 o 40 veces la velocidad de la turbinas.

En la tabla 3.12 se observan los datos que ingresarán en la ecuación.

$$VelocidadAngular(rad / s) = \frac{VelocidadTangencial(m / s)}{Radio(m)}$$

Tabla 3.12: Cálculo de RPM

R(m)	Vt(m/s)	w(rad/s)	Multiplicador	RPM
1	2	2	20	400 aprox

El generador eléctrico del sistema sería un generador de 400 RPM, 1200 W, 28.5 V y 42.10 A.

La corriente que puede entregar el riogenerador a las baterías es de 1152 W / 28.5 V= 40.42 A.

3.12.4. Dimensionamiento paneles fotovoltaicos

Para este cálculo necesitamos conocer la potencia máxima que consume el telecentro (3254.8 W), esta potencia debe estar en las baterías (24 V). Para asegurar una carga más rápida que la descarga debemos asegurar que la corriente de descarga sea menor a la de carga.

En la tabla 3.13 se ve la cantidad de paneles solares Standard PV Solar Module 200W 24V.

Tabla 3.13: Cálculo de paneles solares.

Corriente que necesita el sistema en las baterías (A)	Corriente con factor de seguridad de 5% (A)	Corriente que entrega el generador (A)	Corriente que entrega los PS (A)	Corriente en paneles solares (A)	Paneles solares
135.61	142.4	40.42	101.98	5.81	18

Comprobamos cuanta energía es capaz de entregar 18 paneles solares conectadas en paralelo. Para esto se usara la irradiación que tiene la provincia de Utucubamba que es fronteriza con Luya, que es de 4.49 kWh/m² [27], junto con la fórmula siguiente [11].

En la tabla 3.14 se aprecia la Energía que es capaz de entregar los paneles fotovoltaicos.

$$\text{NúmeroPan} = \frac{1200 \times \text{Energía (Kw-h)}}{\text{PotenciaPan} \times \text{Irradiación}}$$

Tabla 3.14: Energía que entrega los paneles solares.

Energía (Kw-h)	Potencia panel (w)	Irradiación (kWh/m2)	Número de paneles
13.47	200	4.49	18

3.12.5. Dimensionamiento de baterías:

Usaremos la siguiente formula [11]. En la tabla 3.15 se ve el dimensionamiento de baterías.

$$\text{NúmeroBatería} = \frac{\text{AutonomiaDías} \times \text{Energía (W-h)}}{\text{VoltajeBatería} \times \text{CapacidadBatería} \times \text{EficienciaBatería} \times \text{DescargaBatería}}$$

Tabla 3.15: Dimensionamiento de baterías.

Días de autonomía	Energía (w-h)	Voltaje de baterías	Capacidad de baterías	Eficiencia de baterías	Descarga de batería	Número de batería
2	17885.4	12	200	0.8	0.5	37.26

Se comprar 38 baterías de 12 v, se colocan en una matriz de 2 baterías en serie de modo que de 24 v y 19 de estos es paralelo.

3.12.6. Dimensionamiento de controlador de carga

El sistema de rueda hidráulica viene incluido un controlador de carga el cual debe ser de 24V y 50 A. Para el sistema fotovoltaico el controlador de carga debe de ser de 24V y 120 A como mínimo. Esto se dará a través de 4 controladores de carga de 30 A.

3.12.7. Dimensionamiento de inversor

El inversor para nuestro caso un inversor cargador de 24 V dc a 220 V ac de 4000 W que es mayor a la carga máxima 3254.8 W. El modelo que elegimos es el inversor-cargador Xantrex - Schneider XW4024 4000W 24 V que entrega 230 V ac.

3.12.8. Selección de interruptores, conductores de electricidad y tuberías

Los interruptores estarán asociados a determinados ambientes según el diagrama de la figura 3.11. Determinaremos la capacidad máxima de los cables e interruptores del sistema eléctrico.

Se usará la corriente de diseño que es la nominal multiplicada por 1.25. En la tabla 3.16 se aprecia las corrientes respectivas y las elecciones de las contactores según la Norma Técnica Peruana NTP IEC 60998-1-2004. Además se tendrá en cuenta que la temperatura de 20 °C y la profundidad de la tubería que viene desde el inversor es 0.7m, con lo cual los factores que afectan a este dimensionamiento de acuerdo a estos eventos es de 1.

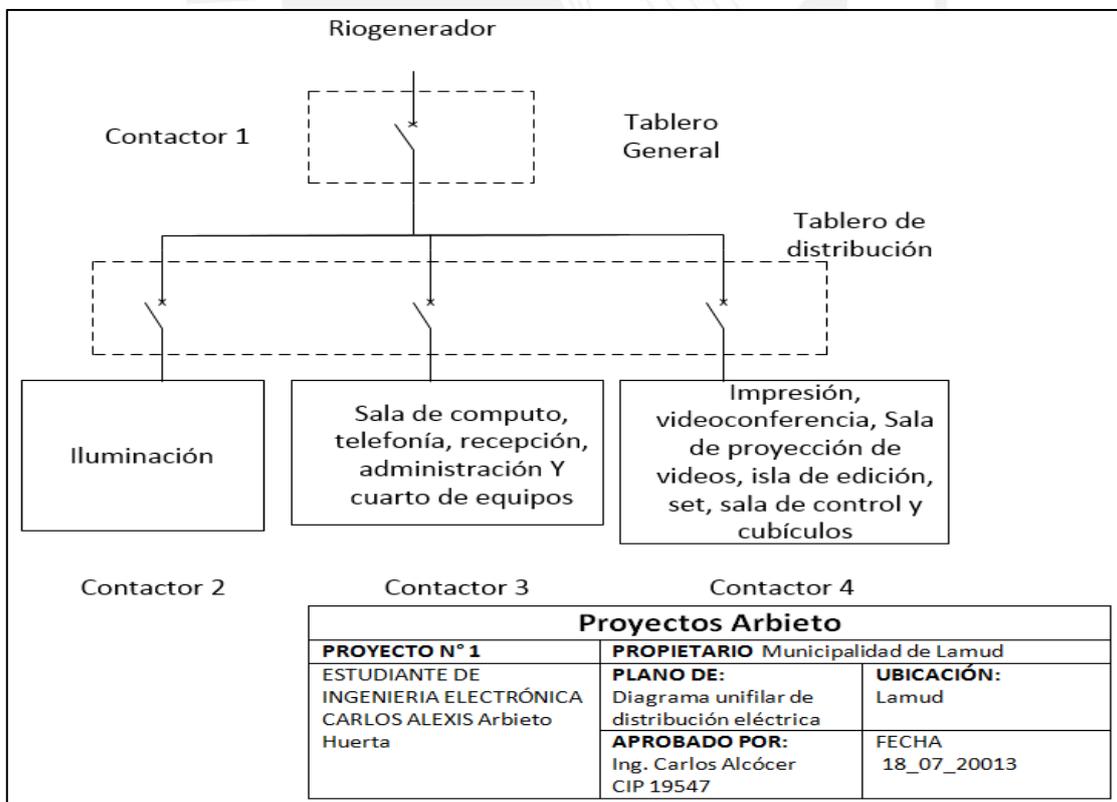


Figura 3.11: Diagrama unifilar del distribución de cargas

Tabla 3.16: Cargas distribuidas en los contactores.

Equipo	Consumo pico (w)	Voltaje (v)	I nominal (A)	I diseño (A)	Contactador (A)	Conductor (mm ²)	Tubería
Contactador 2	1376	220	6.25	7.81	8 A	2.5	½"
Contactador 3	1431.8	220	6.51	8.14	10 A	2.5	½"
Contactador 4	1478.8	220	6.72	8.4	10 A	2.5	½"
Contactador 1	3254.8	220	14.79	18.49	20 A	4	½"

El cable deberá soportar la misma corriente de diseño, para el dimensionamiento del cable se usará la tabla de conductores según su método de instalación y para el dimensionamiento de tuberías, la tabla de selección de tuberías adjuntos en el anexo 7. Nosotros emplearemos el método de instalación de A1 (conductores aislados empotrados en la pared dentro de un tubo).

Para determinar la caída de voltaje desde el inversor hasta el último punto de conexión eléctrica en el telecentro se tomará en cuenta la resistencia del cable multiplicada por la distancia máxima de este, la caída no debe superar el 5% de la salida del inversor para asegurar el funcionamiento de los equipos [28].

En la tabla 3.17 se aprecia la caída de voltaje del sistema.

Tabla 3.17: Caída de voltaje del sistema.

Cable	Distancia máxima (m)	Resistencia (Ω /km)	Corriente máxima (A)	Caída de voltaje (V)
Conductor 4 mm ²	100	4.1	14.79	6.06
Conductor 2.5 mm ²	40	7.41	14.79	4.38
Total	140		14.79	10.44

La caída de tensión en el cable, poniendo distancias máximas, es de 10.44 V menor a los 11.5V que es el 5% de 230 V.

3.14. Plano de instalaciones eléctricas

Este plano tendrá un tablero de distribución por donde ingresa el cable del inversor y se ramifica por medio de los interruptores termomagnéticos escogidos anteriormente. En el plano del segundo piso se observan agujeros pasantes por donde se conectará el tablero general al segundo nivel. Cada tomacorriente es de 2 salidas y solo hay un interruptor de luz por ambiente.

En la figura 3.12 se observa el plano del primer nivel y en la figura 3.13 del segundo nivel

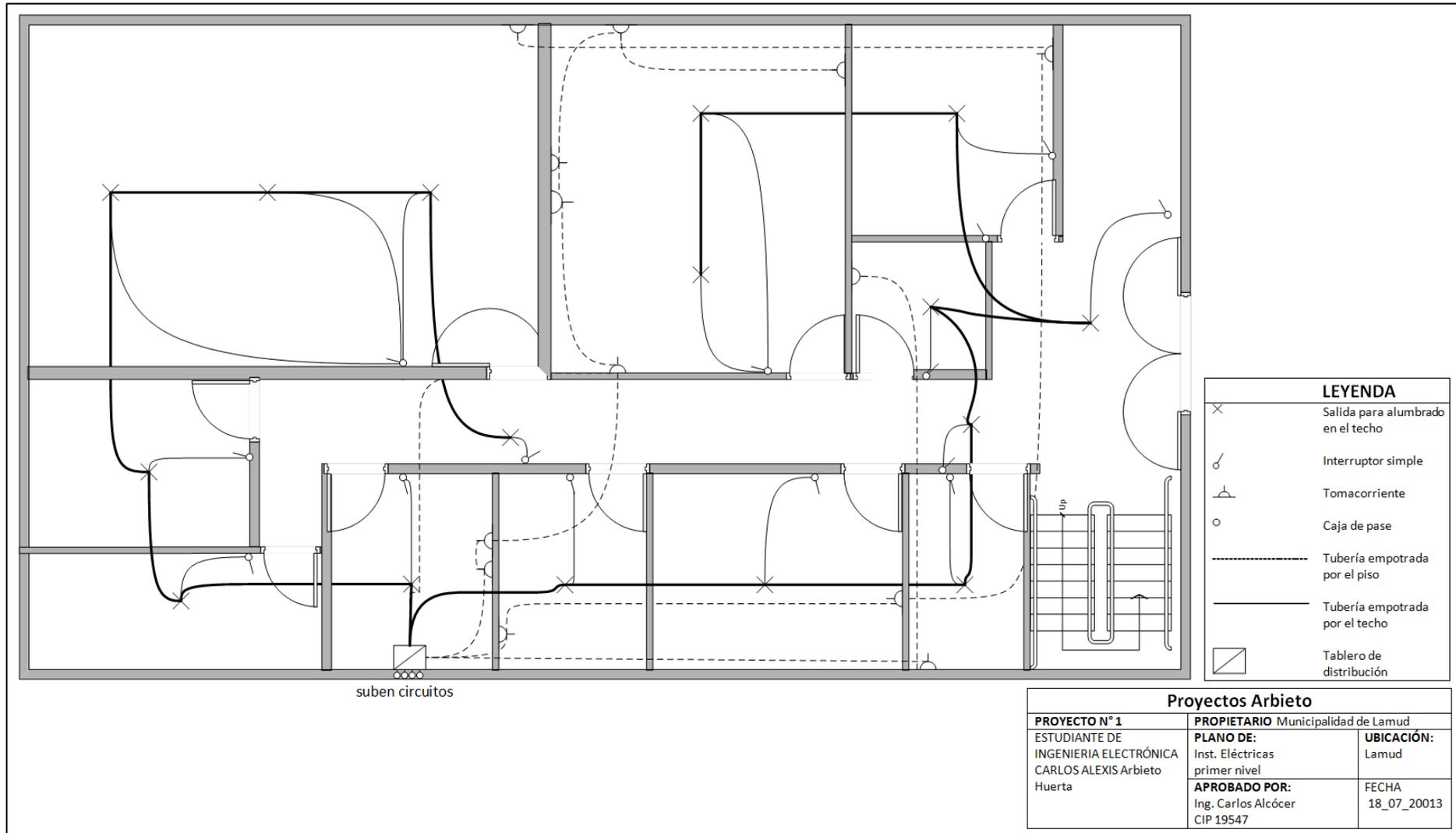


Figura 3.12: Plano de instalaciones eléctricas del primer nivel.

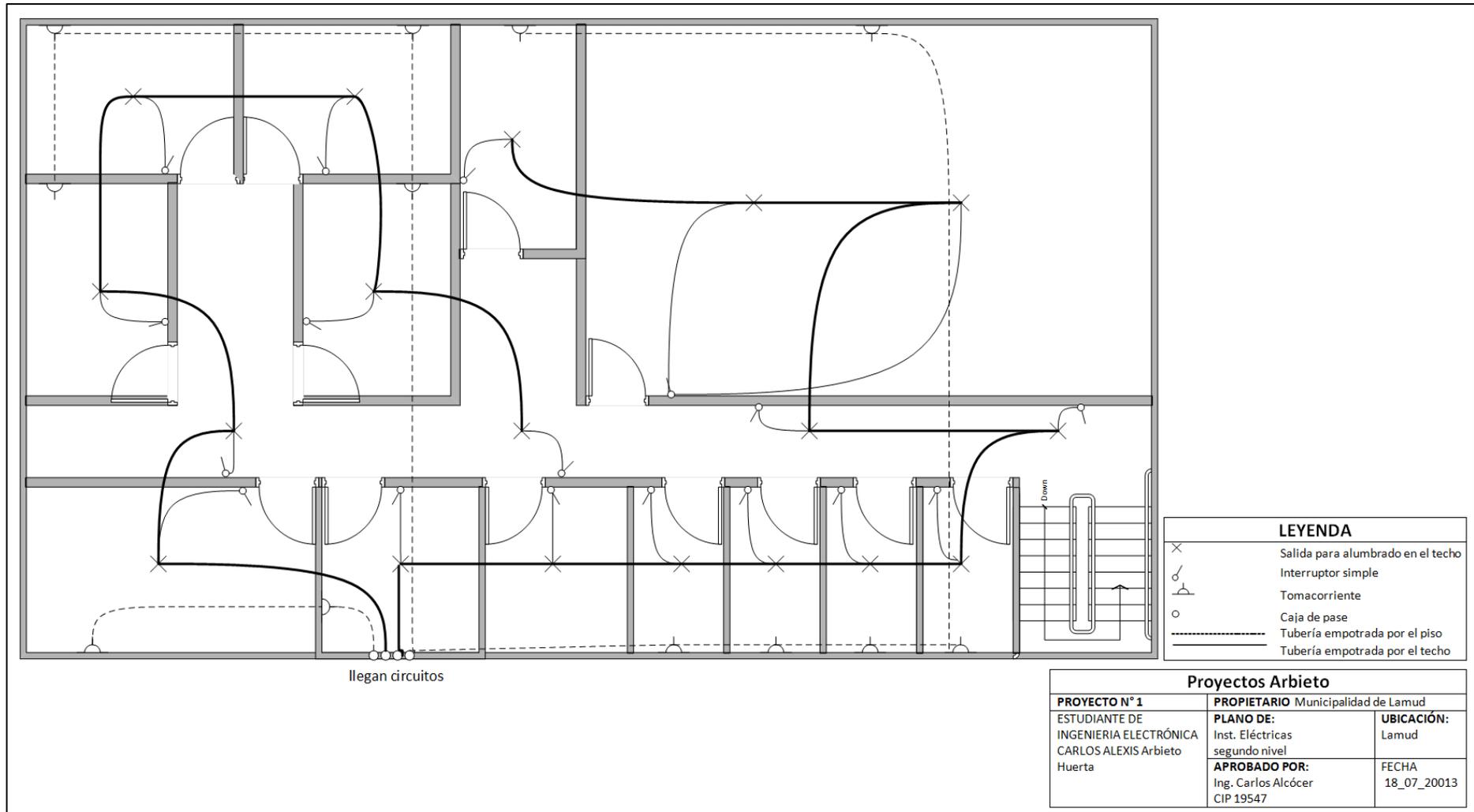


Figura 3.13: Plano de instalaciones eléctricas del segundo nivel.

Capítulo 4: Determinación de costos. Evaluación de alternativas de viabilidad.

En este capítulo se medirá el costo de inversión y la rentabilidad que produce el telecentro.

4.1. Costos de inversión del telecentro

En esta parte del capítulo se situarán los costos de refacción, instalaciones y equipos utilizados para el funcionamiento del telecentro, los gastos operativos e ingresos percibidos. En las siguientes tablas se mostrarán los costos fijos del proyecto, es decir los diferentes costos en la etapa de inversión del telecentro. No se toma en cuenta el costo del flete.

Tabla 4.1: Equipos en los servicios y en la red de telecomunicaciones.

Equipo	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
PC especializada para edición de video y audio.	5736.22	1	5736.22
Mezcladora de audio MACKIE DFX-6	540.00	1	540.00
Televisor Panasonic TX-L32E5	1890.00	1	1890.00
Grabadora de video Pioneer BDR-208DBK	216.00	2	432.00
Parlantes BEHRINGER TRUTH-B2031A	1196.00	2	2392.00
Micrófono Microflex	770.00	3	2310.00
Cámara tipo domo	5497.00	1	5497.00
Micrófono inalámbrico	2100.00	1	2100.00
Micrófono pechero	1779.00	2	3558.00
Cámara de video	13500.00	2	27000.00
Monitor	3100.00	2	6200.00
Audífono	495.00	1	495.00
Consola de audio	1300.00	1	1300.00
Luces de grabación Bescor LED-95DK2	268.65	4	1074.6
Controlador de cámara	2430.00	1	2430.00
Mezcladora de audio MACKIE 802-VLZ3	540.00	1	540.00
Parlantes Logitech System Z313	147.78	3	443.34
Multifuncional	650.00	1	650.00
Teléfonos KXTS500	46.11	3	138.33
Adaptador a IP Linksys Pap2T	189.00	2	378.00
PC	1500.00	18	27000.00
Proyector	1500.00	2	3000.00
Ventiladores imaco FS48	47.95	5	239.75
Punto de acceso inalámbrico	1815.21	1	1815.21
Servidor	2511.00	1	2511.00
Switch de 8 puertos	1710.55	1	1710.55
Switch de 24 puertos	2559.37	1	2559.37
Estación base	13500.00	1	13500.00
Total			117440.37

Tabla 4.2: Equipos adicionales en el set e isla de edición

Equipo	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
Batería Sony NP-F970	495.00	2	990.00
Trípode Manfrotto 501HDV	1950.00	1	1950.00
Dolly Sistem Manfrotto 114MV Cine/video Dolly	1500.00	1	1500.00
Software para edición adobe premier	135.00	1	135.00
Cables y conectores			650.00
Total			5225.00

Tabla 4.3: Costo de cableado para telecentro, tomas y conectores.

Equipo	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
Cable UTP multifilar cat 5e	1.40 x metro	32 m	44.80
Cable UTP sólido cat 5	1.20 x metro	500 m	600.00
Face Plate 2 tomas	2.90	16	46.40
Plug RJ45 Dixon	0.11	120	13.20
Jack RJ45 Dixon	0.18	32	5.76
Mutoa 12 puertos	150.00	1	150.00
Tomacorriente de 2 entradas EPEM	4.50	25	112.50
Fluorescente 24 w LIGHTTECH	9.30	19	176.70
Fluorescente 40 w OSRAM	7.50	23	172.50
Interruptores de luz EPEM	3.50	30	105.00
Canaletas 10x15 mm	2.50	28	70.00
Cable de 1.5 mm2 INDECO	0.75	300 m	225.00
Cable de 4 mm2 INDECO	0.85	200	170.00
Caja de paso Pavco 4"x2"	0.50	41	20.50
Tubería de (1/2)"	0.30	300 m	90.00
Luminarias	10.00	42	420.00
Interruptor termo-magnético	4.00	10	40.00
Total			2462.36

Tabla 4.4: Sistema de protección eléctrico

Descripción	Total [S/.]
Sistema de Puesta a Tierra	800.00
Pararrayos	1300.00
Total	2100.00

Tabla 4.5: Costos en realizar las instalaciones de local.

Descripción	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
Arquitecto		1	5000.00
Refacción de local	300.00 soles x ambiente	23 ambientes	6900.00
Instalaciones sanitarias y eléctricas	15.00 soles/m2	360 m2	5400.00
Equipamiento de baño			1000.00
Total			18300.00

Tabla 4.6: Costos de muebles.

Descripción	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
Muebles			7000.00
Armario de telecomunicaciones	1000.00	2	2000.00
Pizarra acrílica	350.00	2	700.00
Ecran	2100.00	2	4200.00
Botiquín	150.00	1	1500.00
Extintor	100.00	3	300.00
Total			15700

Tabla 4.7: Costo de equipos en Red de telecomunicaciones adicionales.

Descripción	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
Torre de 90 metros de alto para radioenlace	445.00 (por cuerpo de 3 metros)	30	13350.00
Instalación de torre	540.00	1	540.00
Estación base en Chachapoyas	13500.00	1	13500.00
Antenas HG4958-26G	148.47	2	296.94
Total			27686.94

Tabla 4.8: Costo de equipos para el suministro eléctrico.

Descripción	Precio unitario [S/.]	Cantidad	Total [S/.]
ALTE ALT200-24P POLY 200W 24V SOLAR PANEL	753.30	18	13559.40
Controlado de carga para sistema FV	1000.00	4	4000.00
Rueda Hidráulica, generador y controlador de carga	50000.00	1	50000.00
Inversor cargador Schneider 24V XW4024 4000W	8996.81	1	8996.81
Batería 12v 200Ah Ultracell UCG 200-12 AGM ciclo profundo	540.00	38	20520.00
Cableado e instalación			640.00
Total			97716.21

Una vez terminado los costos fijos del telecentro se necesita saber el flujo de dinero que sale mensualmente como los pagos a personal, en la tabla 4.9 se aprecia los pagos mensuales que realiza el telecentro. Luego se tendrá que ver los ingresos que percibe el telecentro por sus diferentes servicios tales como llamadas, cursos, hasta alquiler de ambientes, en las tablas 4.10 y 4.11 se podrá ver la cantidad de ingresos que hay en el telecentro.

Los cursos serán dictados por ONGs, así que los administradores del telecentro no tendrán que pagar a los profesores que dictarán dichos cursos.

Según el cálculo de erlan se necesitan 12 teléfonos en la comunidad, asumiendo que cada teléfono es usado durante 30 minutos diarios nos daría un total de 3600, con lo cual contratamos un paquete que abastezca dicho pedido (3777 minutos mensuales). Se asume que se tiene una demanda del 70% de la capacidad que tiene el telecentro en sus diferentes servicios.

Tabla 4.9: Egresos mensuales del Telecentro.

Descripción	Costo x mes [S/.]	Costo x año [S/.]
Pago de servicio de agua y desagüe	200.00	2400.00
Pago de Electricidad	50.00	600.00
Pago de línea dedicada de 6Mbps	360.00	4320.00
Pago del plan pus de la empresa Sitatel	675.00	8100.00
Plan 1000 de Skype	216.00	2592.00
Personal de administración	1000.00	12000.00
Personal de recepción	1000.00	12000.00
Profesor de audiovisuales	1000.00	12000.00
Conserje	500.00	6000.00
Mantenimiento de equipos del Telecentro	250.00	3000.00
Alquiler de torre para ubicar la antena del emisor en Chachapoyas	200.00	2400.00
Total		65412

Tabla 4.10: Ingresos por Cursos dictados en el telecentro.

Cursos	Tarifa S/.	Veces al año	Alumnos por curso	Alumnos al año	Total [S/.]	Horas x curso
Manejo de office	60.00	10	20	200	12000.00	24
Manejo de Internet	60.00	10	20	200	12000.00	24
Producción y edición de material audiovisual	100.00	5	20	100	10000.00	24
Soporte de HW/SW	100.00	5	20	100	10000.00	24
Capacitación para productores pequeños, empresarios, comerciantes, artesanos entre otros	70.00	8	20	160	11200.00	24
Capacitación para profesores	70.00	3	20	60	4200.00	24
Total					59400.00	

Tabla 4.11: Ingreso por alquiler de ambiente y servicios.

Servicio	Tipo	Tarifa	Cantidad	Ingreso Mensual [S/.]	Ingreso Anual [S/.]
VoIP	Por minuto	0.50	3777	1888.50	22662.00
Cubículos	Por hora	3.00	560	1680.00	20160.00
Internet	Por hora	1.00	1000	1000.00	12000.00
Videoconferencia	Por hora	20.00	70	1400.00	16800.00
Sala de proyección de videos	Por hora	70.00	20	1400.00	16800.00
Isla de edición	Por hora	30.00	20	600.00	7200.00
Set y sala de control	Por hora	70.00	20	1400.00	16800.00
Impresión	Por cara	0.20	2000	400.00	4800.00
Fotocopias	Por cara	0.10	2000	200.00	2400.00
Total					119622.00

El siguiente paso es averiguar el ingreso anual bruto, que será la diferencia entre el ingreso y egreso anual. En la Tabla 4.12 se aprecia dicho valor.

Tabla 4.12: Ingreso anual neto.

Ingreso bruto anual (Soles)	Gasto operativo anual [S/.]	Ingreso anual neto [S/.]
179022.00	65412.00	113610.00

4.2. Rentabilidad del telecentro

Evaluaremos la rentabilidad del telecentro a través del VAN y TIR, que son dos herramientas financieras procedentes de la matemática financiera usadas para dicho fin.

4.2.1. Valor Actual Neto

Este valor es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable. La fórmula del VAN es:

$$\text{VAN} = \text{Beneficio Neto Actualizado (BNA)} - \text{Inversión}$$

Para hallar el VAN se necesita:

- Tamaño de la inversión.
- Flujo de caja neto proyectado.
- Tasa de descuento.

Tomaremos una tasa de descuento de 10% en un lapso de 10 años (tiempo mínimo de la duración de las baterías seleccionadas). El flujo de caja neto se observa en la tabla 4.13.

Tabla 4.13: Flujo de caja neto.

Periodo - Año	Flujo de caja Neto [S/.]
Inversión Inicial-Año 0	(-) 286630.88
Año 1	(+) 113610.00
Año 2	(+) 113610.00
Año 3	(+) 113610.00
Año 4	(+) 113610.00
Año 5	(+) 113610.00
Año 6	(+) 113610.00
Año 7	(+) 113610.00
Año 8	(+) 113610.00
Año 9	(+) 113610.00
Año 10	(+) 113610.00

El VAN para este proyecto es de S/. 411453, entonces es viable.

4.2.2 Tasa de Retorno

La TIR es la tasa de descuento de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión. Por lo tanto es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para ser rentable, para hallar el TIR se necesita los siguientes datos:

- Tamaño de inversión
- Flujo de caja neto proyectado

La Tasa Interna de Retorno para este proyecto es de 38.06%.

Conclusiones

- Se dimensionó el Telecentro para la localidad de Lamud, de acuerdo a las necesidades de los pobladores de dicha localidad.
- Se investigó la geografía y clima de Lamud lo que sirvió entre otras cosas para saber la forma de vida de los pobladores de acuerdo a esta problemática y en la elección del tipo de protección eléctrico a usar tales como pararrayos y sistema de puesta a tierra.
- Se conoció los requerimientos de la población preguntándoles personalmente a pobladores migrantes de dicho localidad, leyendo diarios de la región amazónica y otras fuentes como lamudcity.blogspot.com que es un blog creado por pobladores que viven en Lima.
- Se brinda acceso a Internet y telefonía, con un adecuado ancho de banda (1563.2 Kbps) para tener una buena performance para la conexión a Internet, telefonía y video-conferencia.
- Se diseñó espacios de generación de contenido como lo son la isla edición, el plató de grabación y su sala de control, siendo un aporte nuevo a los típicos telecentros del país. Esto se dimensionó debido a la necesidad de contar con este tipo de servicios por parte de los pobladores de Lamud (músicos, personas dedicadas al turismo, comerciantes entre otros).
- Se capacitará a los pobladores en temas como salud, agricultura, sanidad, computación por medio de los servicios que brinda el telecentro tales como: Computación, proyección de videos, edición de videos y la fuente de información de Internet. Se propuso una lista de cursos que contribuyan al mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de Lamud en base a sus propias necesidades y realidades, cursos como acopio de Aguaymanto.
- Se investigó sobre las tecnologías a usar en el diseño del telecentro, tales como riogenerador, paneles solares, isla de edición, set y sala de control, wimax, entre otros.
- Se realizó la selección de equipos de acuerdo a un buen costo-beneficio. Para esto se leyeron las especificaciones técnicas, modos de uso y funcionamiento de cada uno de estos para luego cotizar los equipos o buscar precios de cada uno de ellos.
- Se diseñó un sistema de energía alternativo para el telecentro de Lamud. Usando un sistema mixto de paneles solares y un riogenerador que abastezca al telecentro para evitar el deterioro de sus equipos ante la ineficiencia de la red pública eléctrica.
- Se comprobó la existencia de radioenlace por donde se llevará la conexión a Internet del telecentro de Lamud esto mediante el uso del programa Radio Mobile y se corroboró que el ancho de banda que se trasmite es el adecuado usando la fórmula para frecuencias bajas de wirelessman menores de 11 GHZ con la estación base APERTO PACKETMAX®2000.
- Se analizó si el Telecentro puede generar sus propios recursos, llegando a la conclusión que tendría una tasa interna de retorno de S/. 411453 y valor actual neto de 38.06 %.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer pruebas en la red de telecomunicaciones, midiendo velocidades de transmisión y comprobando la conectividad en dicho lugar.
- El horario de trabajo en la isla de edición, sala de control y set de grabación debe estar siempre cubierto por un profesor que brinde estos cursos, enseñe a los pobladores a usar los equipos y vigile el uso de estos ya que son muy costosos.
- Si llegado el tiempo a implementar este telecentro en la localidad de Lamud la calidad de red pública eléctrica es buena, es decir no hay cortes eléctricos continuos, se deberá dejar de lado los sistemas alternativos de energía, ya que estos sistemas son muy costosos y usar la red pública.
- En todo el horario de funcionamiento del Telecentro deben de haber personas que puedan asesorar en el uso de internet, programas para elaborar texto u hojas de cálculo y manejo de información.
- Se debe corroborar si las tarifas de este telecentro son las adecuadas para la zona.
- Para trabajos futuros, en caso de ampliar la capacidad del telecentro, se diseñó este con una capacidad de incremento en un 30 %, solo teniendo que variar el ancho de banda contratada y los host adicionales que se necesitan.
- Para trabajos futuros, se debería de adquirir más equipos para la grabación y edición de video que produzca una mejor calidad en los videos y fotos, como son el uso de luces, kits Arri, maletas Lowell, peluches cañerías, entre otros.
- Se calculó que la localidad necesita 12 teléfonos, ver anexo 3, sería ideal que en un futuro se abastezca esta cantidad de teléfonos en todo el horario de funcionamiento del Telecentro.

Bibliografía

- [1] Di Meglio, F. & Oregioni, S. El vínculo entre organizaciones no gubernamentales (ONGs) y telecentros en América Latina desde una perspectiva comparada los casos de Argentina y Perú. Obtenida el 18 de mayo de 2012, http://wsispapers.choike.org/soledad_oregioni.pdf
- [2] Brack, A. (2002-2008). La buena tierra (vol.1). Lima: Mullu Producciones.
- [3] Problema de la minería informal en Madre de Dios no termina con las dragas. (2011), consultado el 18 de mayo del 2012, info región,
<http://www.inforegion.pe/portada/90970/problema-de-la-mineria-informal-en-madre-de-dios-no-termina-con-las-dragas/>
- [4] Perú. Ministerio de transportes y comunicaciones. (2011). Estadísticas de servicio público a nivel nacional.
- [5] Hvalkof, S. (2003). Sueños amazónicos: Un programa de salud indígena en la selva peruana. Copenhague: Fundación Karen Elise Jensen: NORDECO.
- [6] Ministerio de economía y finanzas (2012). Fortalecimiento de capacidades e innovación tecnológica para la mejora de la cadena productiva de frutales nativos (sauco, mora, aguaymanto, papayita, tomate de árbol y babaco), provincia de Luya, Región Amazonas. Lamud: Municipalidad provincia de Luya.
- [7] Dourojeanni, M. (2010). Amazonía peruana en 2021: explotación de recursos naturales e infraestructura: ¿qué está pasando? ¿Qué es lo que significa para el futuro? Lima, Perú: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, SPDA.
- [8] Bernex, N. (2006). Balance de la situación ambiental en el Perú. Recuperado el 5 de abril de 2012, de la base de datos EPSCO.
- [9] Acuña Ustua, Katty (2010). 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 Ingeniería Electrónica, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

- [10] Andrews, J. (2007). Fundamentals of WiMAX: understanding broadband wireless networking. NJ: Pearson Education.
- [11] Grupo de apoyo del sector rural. (2005). Agenda de estudios del curso selección de sistemas fotovoltaicos. Lima: PUCP.
- [12] Heredia, L. F. (2009). Construcción y ensayo de una rueda hidráulicas de corriente libre de 2m de diámetro. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- [13] Consultado el 3 de Junio del 2012, Rio generador PUCP, página web: <http://www.youtube.com/watch?v=KMWpTb5GRFA>
- [14] Nedelcu, S. (2009). Suministro de energía eléctrica a una vivienda rural aislada mediante fuentes de energía renovable. Tesis para optar por el título de ingeniero técnico industrial. Universitat Rovira i Virgili, Cataluña, España.
- [15] Lorenzo, E. (1994). Solar electricity: engineering of photovoltaic systems. Sevilla: PROGENSA.
- [16] Sistema de almacenamiento y distribución de energía eléctrica, Consultado el 3 de Junio de 2012, Universidad Austral de Chile, pagina web: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfCIF363m/xhtml/TH.7.xml>
- [17] Zettl, H. (2010). Manual de producción de televisión. Mexico, D.F.: Cengage Learning.
- [18] Felix, E. (2006). Sistemas de radio y televisión. Madrid: McGraw-Hill.
- [19] Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería Sección Electricidad y Electrónica, Área de Electricidad. (2011). Laboratorio de Sistemas Eléctricos.
- [20] Maldonado, P.C. (2011). Diseño de la red interna de un Telecentro polivalente para el distrito de Huetupe en la Región de Madre de Dios. Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- [21] Westbay Engineers. (2012). Erlang B calculator. Recuperado el 19 de junio de 2013, de <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>

- [22] Cotúa, J.G. (2007). Voz sobre IP y telefonía IP: charla tecnológica. Lima: PUCP.
- [23] Ministerio de transportes y comunicaciones (2012). Plan Nacional de atribución de frecuencias. Lima: Comisión multisectorial permanente PNAF.
- [24] Jordi. IEEE-16-WIMAX cátedra de Telecomunicaciones. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [25] Aplicaciones Tecnológicas. Guía de diseño e instalación: pararrayos con dispositivo de Cebado (PDC). Recuperado el 19 de junio de 2013, de http://at3w.com/upload/ficheros/divulg_guia_instalacion_pdcv3.pdf
- [26] Banda, M. (2011). Capítulo de iluminación. Lima: PUCP.
- [27] Ministerio de energía y minas. (2001). Atlas de minería y energía en el Perú. Lima: SENAMHI.
- [28] Guerrero, A. (1992). Instalaciones eléctricas en las edificaciones. Madrid : McGraw-Hill.