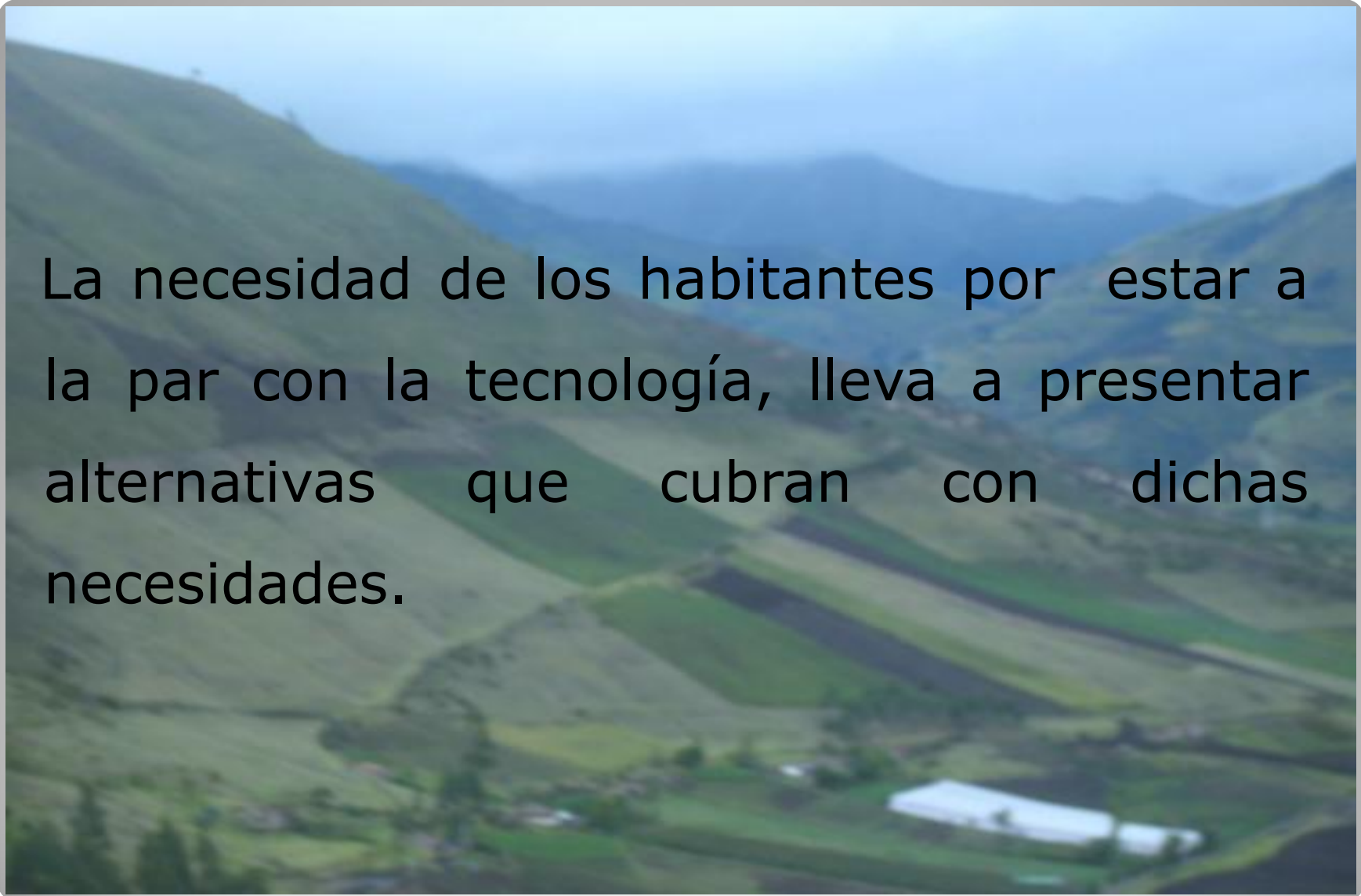




**ESTUDIO Y ANALISIS
DE
REDES MESH WIFI
AUTONOMAS
PARA ZONAS RURALES**

An aerial photograph of a valley with rolling green hills. In the foreground, there are several rectangular plots of land, some appearing to be agricultural fields. A small cluster of buildings, including a prominent white structure, is visible in the lower right. The background shows more hills under a clear blue sky.

La necesidad de los habitantes por estar a la par con la tecnología, lleva a presentar alternativas que cubran con dichas necesidades.

Introducción

An aerial photograph of a mountainous region. The foreground shows a valley with a winding road and some buildings. The middle ground features rolling hills and a small town. The background consists of large, hazy mountains under a cloudy sky. The text is overlaid on the center of the image.

Pimampiro

El cantón Pimampiro se subdivide en 4 parroquias que son: Mariano Acosta, San Francisco de Sigsipamba, Chugá y la parroquia matriz Pimampiro, cabecera cantonal.

Análisis de Mercado

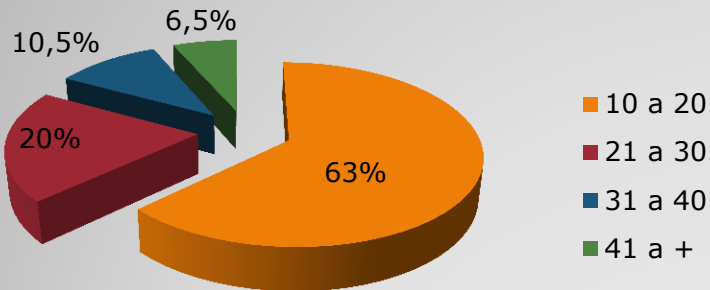
Pimampiro	Mariano Acosta	San Francisco	Chugá
Comunidades			
1. San Francisco de Paragachi	1. Centro parroquial Mariano Acosta	1. Centro Parroquial San Fco. de Sigsipamba	1. Centro parroquial Chugá
2. Chalguayacu	2. Puetaquí	2. Shanshipamba	2. El Sitio
3. San Juan	3. Guanupamba	3. San Antonio	3. San Onofre
4. El Tejar	4. Yanajaca	4. La Floresta	4. San Francisco de los Palmares
5. El Inca	5. La Florida	5. San Isidro	5. Palmar Chico
6. Los Árboles	6. Nueva América	6. La Merced	6. Guagalá
7. Buenos Aires		7. Bellavista	7. Pan de Azúcar
8. El Cebadal		8. San Miguel	
9. San José de Aloburo		9. Ramos Danta	
10. El Alizal		10. El Carmelo	
11. Colimburo		11. San José	
12. La Armenia		12. San Vicente	
13. Yuquín Bajo		13. El Cielito	
14. Yuquín Alto		14. El Cedral (s/p)	
15. Quinta Yuquín			
16. Pueblo Nuevo de Yuquín			

Comunidades de Pimampiro

Área	Total	Hombres	Mujeres
Total	12.951	6.494	6.457
Urbana	4.654	2.271	2.383
Rural	8.297	4.223	4.074

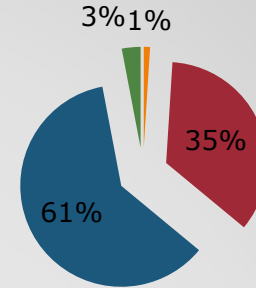
La Planificación es una estrategia para procurar el desarrollo y formular propuestas en el ámbito social y económico

Edades Pimampiro



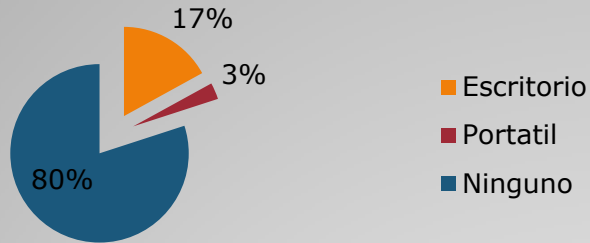
Nivel de Educación

■ Ninguno ■ Primaria ■ Secundaria ■ Universitario

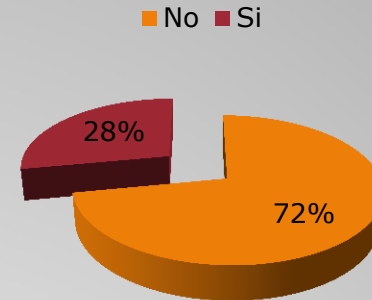


Análisis de Mercado

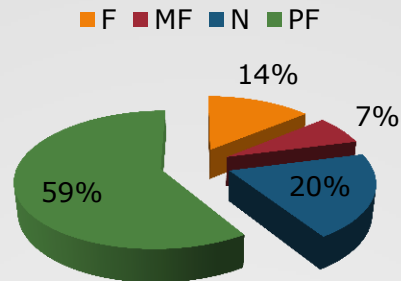
Tipo de Computadora



Acceso a Internet

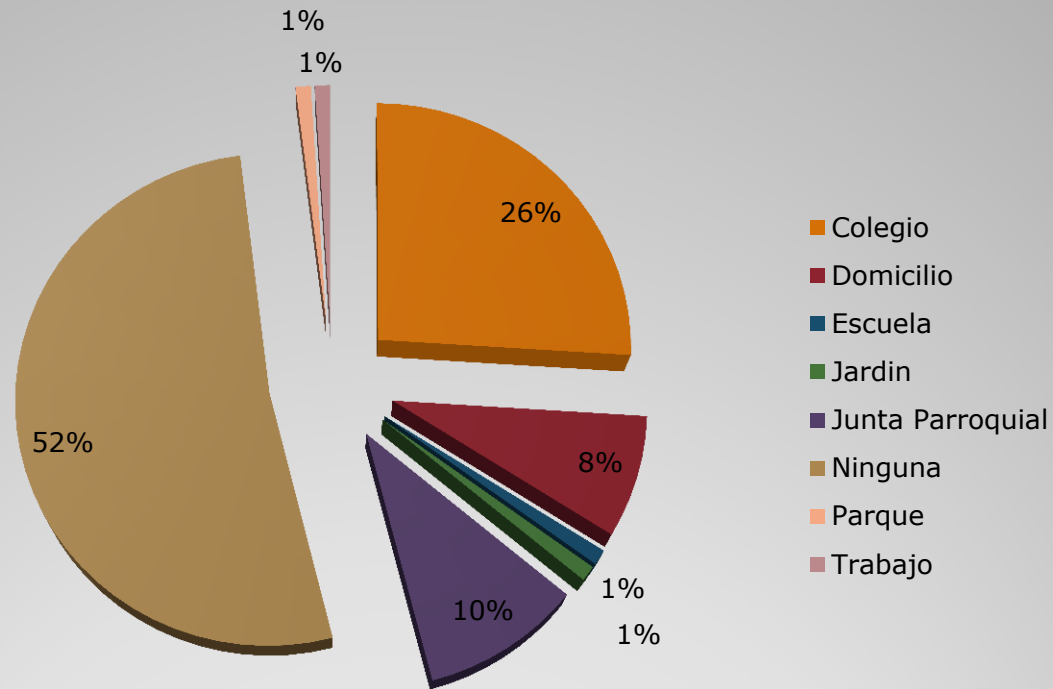


Uso de Internet



Análisis de Mercado

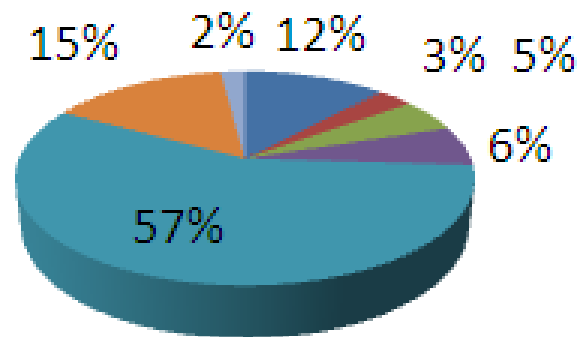
Lugar Internet



Análisis de Mercado

Aplicaciones

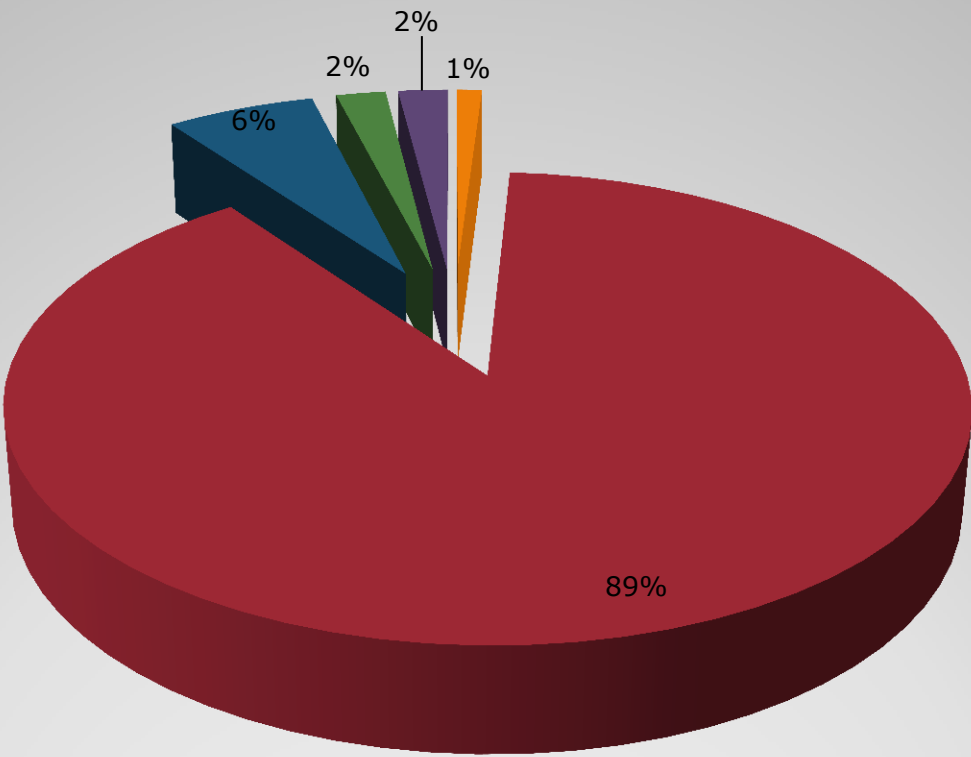
- Musica
- Juegos
- Video Conferencia
- Chat
- Internet
- Trabajos
- Correos



Análisis de Mercado

Costo del Servicio

Costo \$ 0 Costo \$ 5 Costo \$ 10 Costo \$ 15 Costo \$ 20



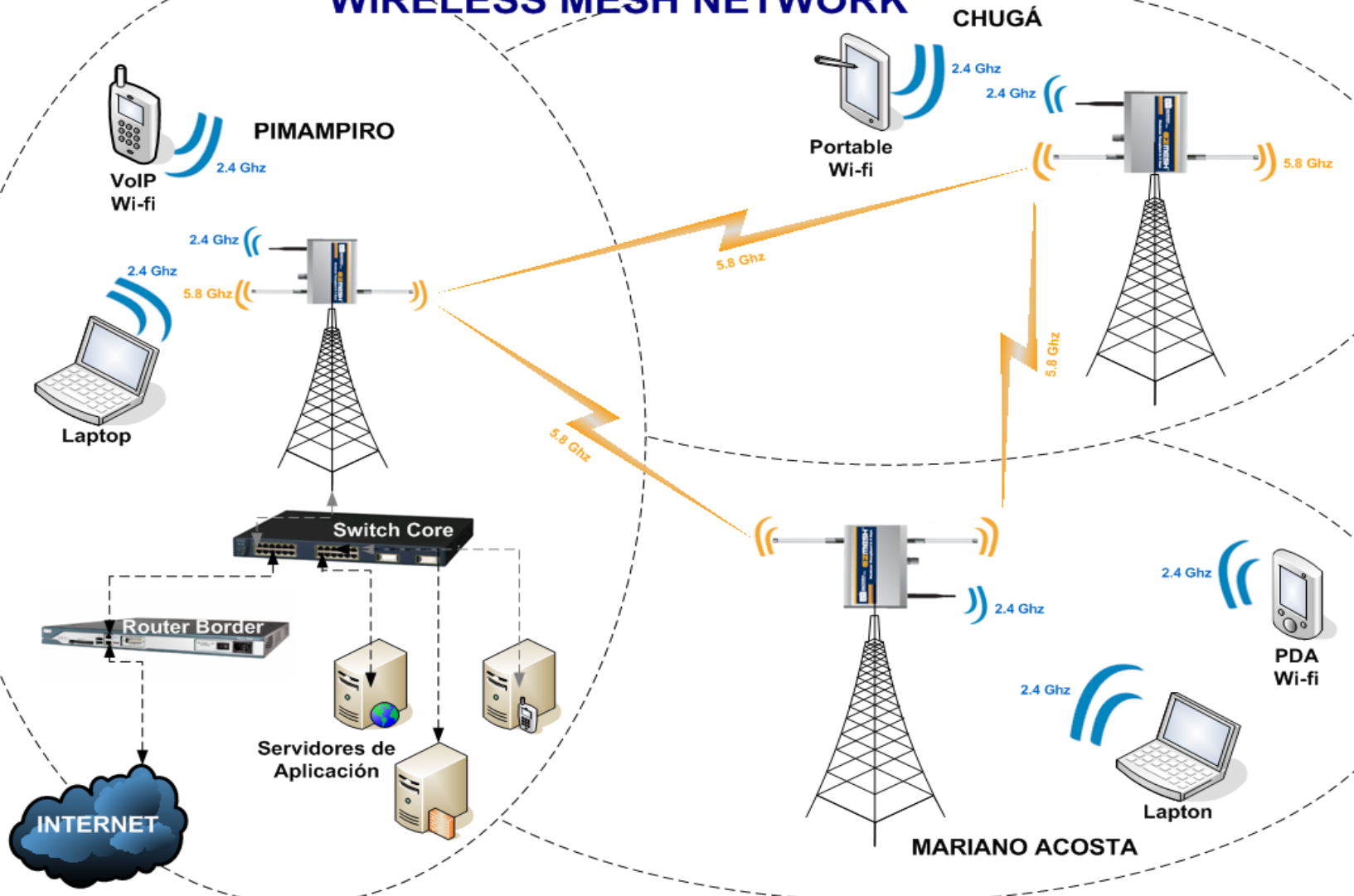
Análisis de Mercado

PROYECTO PARA IMPLEMENTAR UNA RED MESH WIFI AUTONOMA EN LAS ZONAS RURALES DE PIMAMPIRO



Aplicativo

WIRELESS MESH NETWORK



Propuesta

Para el diseño de la red WMNs se han considerado los siguientes aspectos importantes:

- Concentración Geográfica
- Población de Mayor Requerimiento

Aspectos de Diseño de una Red WMNs

- Implementación Accesible
- Enlaces Robustos
- Estabilidad en el enlace
- Ancho de Banda
- QoS Calidad de Servicio
- Aseguramiento del Throughput
- Topología de la Red
- Seguridad

Requisitos para el diseño de la red

- ❖ Pérdidas en el espacio libre
- ❖ Potencia de emisión
- ❖ Potencia de Transmisión
- ❖ Ganancia de las Antenas

El Cálculo de los enlaces

- El Mínimo Nivel de Señal Recibida



El C3lculo de los enlaces

- Pérdidas en los Cables y conectores

Tipo de cable	Perdida 802.11b/g (2.4GHz) dB/1m
LMR-100	1.3 dB por metro
LMR-195	0.62 dB por metro
LMR-200	0.542 dB por metro
LMR-240	0.415 dB por metro
LMR-300	0.34 dB por metro
LMR-400	0.217 dB por metro
LMR-500	0.18 dB por metro
LMR-600	0.142 dB por metro
LMR-900	0.096 dB por metro
LMR-1200	0.073 dB por metro
LMR-1700	0.055 dB por metro
RG-58	56. por metro

El Cálculo de los enlaces

- ***Network***
- ***System***
- ***Unit***
- ***Membership***

Notación Radio Mobile

- SRTM 1, 3 *SRTM es un proyecto internacional liderado por la (NGA) y (NASA).*
- DTED 0, 1, 2 DTED (datos de elevación digital del terreno) para apoyar a las aeronaves de simulación y predicción del radar.

Fuentes de Mapas

- Landsat
- Mappoint
- MapQuest
- OpenStreetMap
- TerraServer
- Internet Tiger
- Internet Toporama
- Expedia
- ADRG Cadrg
- Google Maps

Orientación de datos

- 1. *Frecuencia*: La frecuencia portadora de la señal transmitida varía entre 20Mhz a 40 GHz.
- 2. *Distancia*: La distancia circular entre dos terminales y puede ir desde 1Km a 2000Km.
- 3. *Altura de antenas*: Corresponde a la altura del centro de radiación sobre la elevación del terreno, se define en cada terminal, esta puede ser de 0.5m a 3000m.
- 4. *Polarización*: La polarización de las antenas puede ser vertical u horizontal. El modelo asume que ambas antenas utilizan la misma polarización.

Parámetros generales

- *Variable de terreno irregular* Δh : Las irregularidades del terreno que se encuentra entre dos terminales se tratan como una función aleatoria de la distancia entre los terminales.

Forma del terreno	Δh (m)
Plano o superficie del agua	0
Llanura	30
Colinas	90
Montañas	200
Montañas escabrosas	500
Para un nivel promedio usar $\Delta h = 90$ m	

Parámetros específicos para el modelo de Longley-Rice

- *Constantes eléctricas del terreno:* La permitividad relativa (constante dieléctrica) y la conductividad de la tierra.

Tipo de suelo	Permitividad Relativa	Conductividad (S/m)
Tierra promedio	15	0.005
Tierra pobre	4	0.001
Tierra buena	25	0.020
Agua Dulce	81	0.010
Agua Salada	81	5000
En la mayoría de los casos usar las constantes de tierra promedio		

Parámetros específicos para el modelo de Longley-Rice

- *Refractividad de la superficie* N_s : Las constantes atmosféricas y en particular la refractividad atmosférica, deben ser tratadas como funciones aleatorias de posición y tiempo. En la mayoría de los casos esta función aleatoria puede ser caracterizada por un valor único N_s que representa el valor normal de la refractividad cercana al nivel de la tierra o superficie. Usualmente se mide en N unidades (partes por millón), los valores sugeridos se indican en la siguiente tabla.

Clima	N_s (N-unidades)
Ecuatorial	360
Continente subtropical	320
Marítimo Subtropical	370
Desierto	280
Continental temperado	301
Marítimo temperado, sobre la tierra	320
Marítimo temperado, sobre el mar	350
Para condiciones promedio usar el clima continental temperado y $N_s = 301$ N-unidades	

Parámetros específicos para el modelo de Longley-Rice

$$\text{VELOCIDAD INTERNET} = \frac{30 \text{ kByte}}{1 \text{ página}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ página}}{30 \text{ seg}} = 8 \text{ kbps}$$

$$\text{VELOCIDAD CORREO} = \frac{600 \text{ kByte}}{1} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{3 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ segs}} = 4 \text{ kbps}$$

VoIP

Para el servicio de voz sobre Internet se requiere un ancho de banda de aproximadamente unos 100 kbits/seg tomando en cuenta que se podría utilizar el códec G711 de los servidores de VoIP asterisk, por cada usuario que genere una llamada telefónica.

AB=Ancho de Banda

$$AB_{\text{TOTAL}} = AB_{\text{CORREO}} + AB_{\text{INTERNET}} + AB_{\text{VOIP}} + AB_{\text{ADICIONAL}}$$

Requerimientos de Ancho de Banda

EQUIPOS

- Ha sido diseñada para brindar a los proveedores de redes de acceso público de alta velocidad la flexibilidad necesaria para cumplir con los objetivos a corto y largo plazo relacionados con el rendimiento, la asequibilidad, la capacidad y el retorno sobre la inversión.

Moto Mesh Duo

- Radios Duales - 2.4 GHz, 802.11 b/g y 5.8 GHz, 802.11a
- Clasificación ambiental NEMA 4 en una paquete que pesa menos de 2,26 kilos
- Soporta configuración por vía aérea para la norma de interconexión 802.11s IEEE definitiva
- Calidad de Servicio (QoS) 802.11e
- 802.11i (WPA2), Seguridad basada en el Estándar de Encriptación Avanzado (AES)
- Exclusiva encriptación de punta a punta a través de toda la malla, salto a salto basada en el Estándar de Encriptación Avanzado para todos los paquetes de usuario, gerenciamiento y enrutamiento
- Canopy® Connect – Soporte para Alimentación sobre la Ethernet para la banda ancha de Canopy

Características

- Proporciona a los usuarios una red confiable, flexible, y al mismo tiempo mejora la productividad de todo el enlace formado por este tipo de equipos, aumenta la seguridad
- Ofrece acceso WiFi utilizando la tecnología de malla inalámbrica con Plug-n-Play de fácil instalación.
- Ofrece un alto rendimiento en la red enmallada mediante bloqueo y la no injerencia de diseño para los clientes y el tráfico de red en retroceso.



Ez Mesh

- Doble Backhaul Radio, Radio Única Acceso clientes AP
- Backhaul de cifrado: WEP, WPA, WPA2
- Clientes AP cifrado: WEP, WPA2
- Plena compatibilidad VPN
- Listas de direcciones MAC de control de acceso
- Locales seguros y configuración remota a través de HTTPS
- Web (HTML) herramienta de gestión basada en navegador es compatible con http y https.
- Monitoreo de red y clientes y estadística de capturas en la red.
- 802.11b/g compatibilidad con el cliente
- Trabaja en la capa 2



Características

- Su kernel bajo Linux permite que su sistema operativo (winbox) sea de fácil acceso ya que es gratuito, puede trabajar bajo una red Ethernet o Wireless, además permite personalizar los equipos de acuerdo a los requerimientos de la red a implementar.
- Este equipo es que permite el control de ancho de banda mediante queues (coletas).
- Los modos que permiten trabajar tanto como estaciones o Access point.

Mikrotik

CPU	Procesador de Red Atheros AR7161 680MHz
Memoria	128MB DDR SDRAM
Arranque Sistema	RouterBOOT
Almacenamiento de Datos	64MB onboard NAND memory chip and microSD
Ethernet	3 Puertos 10/100 Mbit/s con Auto-MDI/X
miniPCI	3 Slots MiniPCI Type IIIA/IIIB
Extras	Reset, Beeper
Puerto Serial	1 DB9 RS232C asíncrono
LEDs	Power, NAND, 5 user LEDs
Power	Power over Ethernet: 10.28V DC (except power over datalines). Power jack: 10. 28V DC. Voltage monitor.
Dimensiones	10.5 cm x 15 cm, 137 grams.
Potencia	~3W without extension cards, maximum – 25 W, 16W output to cards
Sistema Operativo	Mikrotik RouterOS v3, Level5 license

Características

EQUIPOS MIKROTIK

Nro.	Producto	Código	Valor Unit	Cant.	Valor Total
1.	RB433AH	RB/433AH	149	3	\$ 447
2.	Big outdoor case	CA/OTU	89	3	\$ 267
3.	R52Hn	R52Hn	59	9	\$ 531
4.	48v power supply	48POW	18	3	\$ 54
5.	MMCX pigtail	AC/MMCX	15	9	\$ 135
6.	Antena L-com	HG5158DP-32D	333,39	3	\$ 1.000
7.	Antena Hyperlink	HG2414HSP-090	569,35	12	\$ 6.832
8.	Splitter	4 in 1 out	44,6	3	\$ 134
9.	Cable Coaxial	Rg58 N Macho	25	15	\$ 375
Total					\$ 9.775

Análisis Comparativo de Equipos

EQUIPOS TELETRONICS

Nro.	Producto	Código	Valor Unit	Cant.	Valor Total
1.	Ez-mesh	2.4-5 GHz.	800,00	3	\$ 2.400
2.	Antena Hyperlink	HG5158DP-32D	499,00	3	\$ 1.497
3.	Antena Hyperlink	HG2414HSP-090	569,35	12	\$ 6.832
4.	Splitter	4 in 1 out	44,60	3	\$ 134
5.	Cable Coaxial	Rg58 N Macho	25,00	15	\$ 375
Total					\$ 11.238

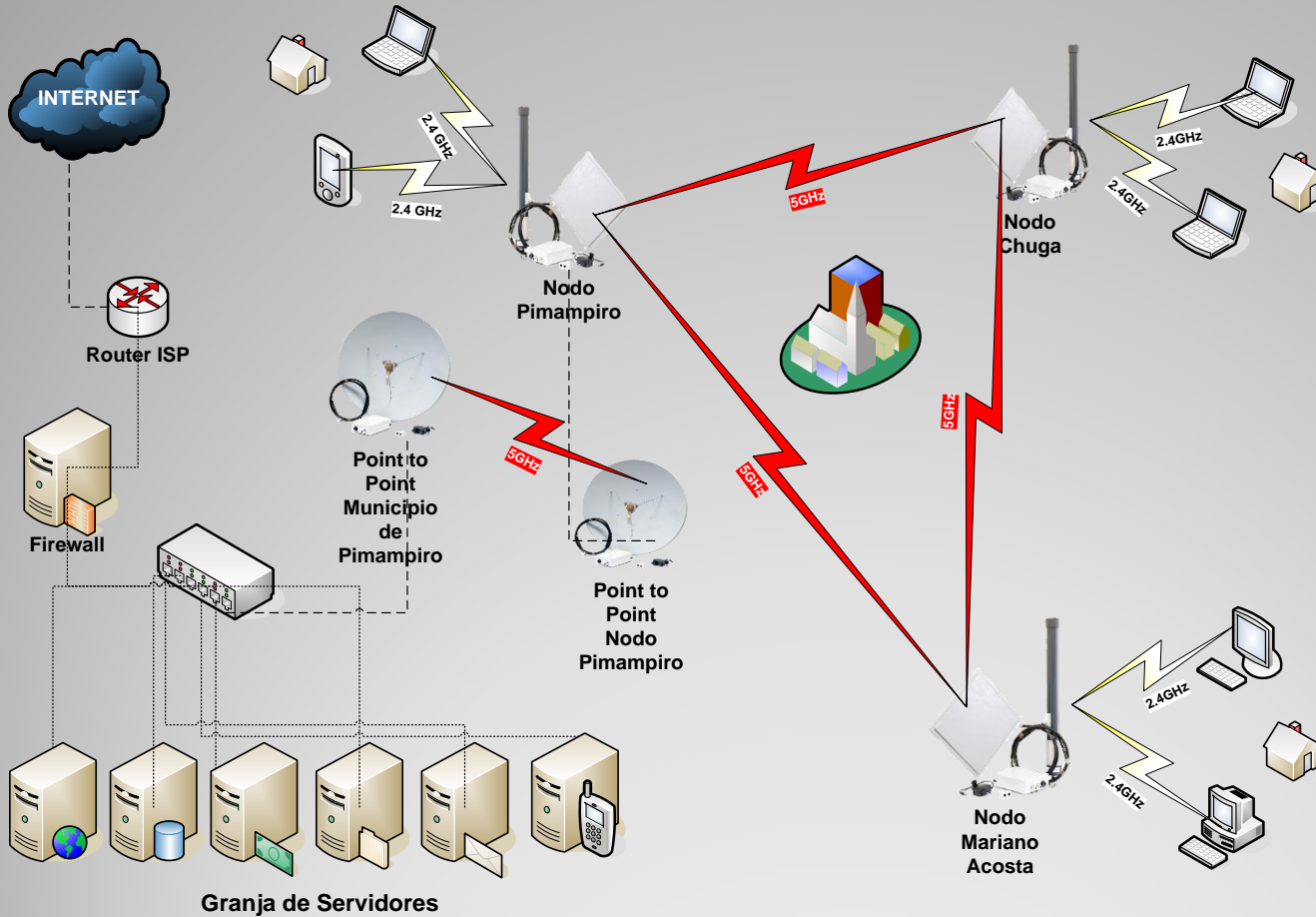
Análisis Comparativo de Equipos

EQUIPOS MOTO MESH DUO

Nro.	Producto	Código	Valor Unit	Cant.	Valor Total
1.	Moto Mesh Duo	2.4-5 GHz	2.718,00	3	\$ 8.154
2.	Antena Hyperlink	HG5158DP-32D	499,00	3	\$ 1.497
3.	Antena Hyperlink	HG2414HSP-090	569,35	12	\$ 6.832
4.	Splitter	4 in 1 out	44,60	3	\$ 134
5.	Cable Coaxial	Rg58 N Macho	25,00	15	\$ 375
Total					\$ 16.992

Análisis Comparativo de Equipos

Solución Mesh con Equipos Mikrotik de 2.4 GHz y 5 GHz



Mesh		
Solución Mikrotik		
Símbolo	Total	Descripción
	1	Servidor Web
	1	PC Users
	1	Servidor de correo electrónico
	1	PDA Users
	3	Casa
	1	Servidor de base de datos
	1	Router ISP
	10	2.4 GHz ,5 GHz
	1	Users
	1	Servidor de comercio electrón.
	1	Teléfono inteligente
	1	Internet
	3	Portatil Users
	1	Parroquias
	1	Servidor de VoIP
	1	Switch
	1	Firewall
	1	Servidor de archivos

Solución Mesh con Equipos Mikrotik

- Uno de los principales elementos en la estación cliente es el enrutador inalámbrico, el que es encargado de asociarse a la red mesh, también permite mediante su interface LAN conectar a un switch y este a su vez a varias estaciones de trabajo ya sean fijas o móviles

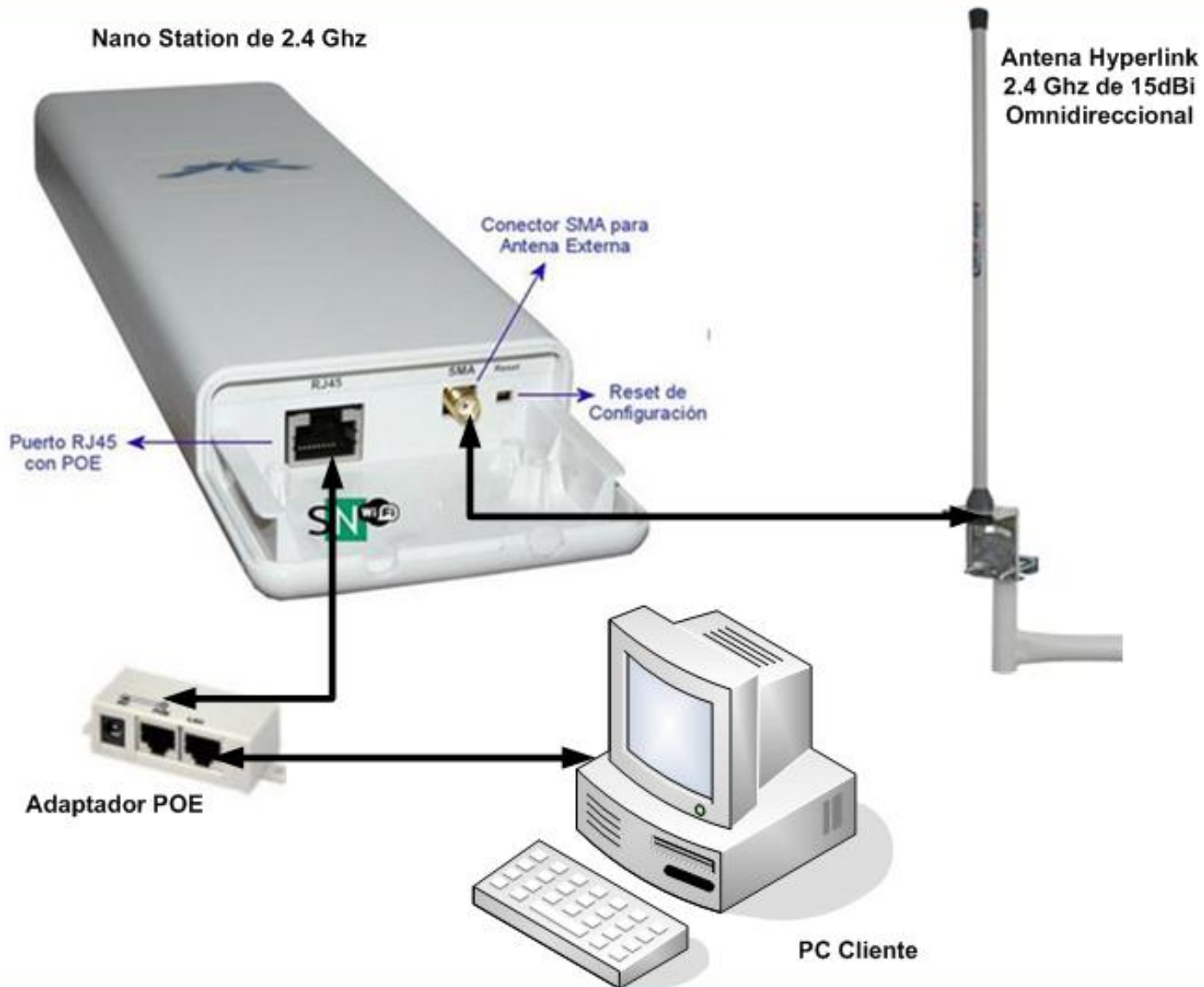


Estación Cliente

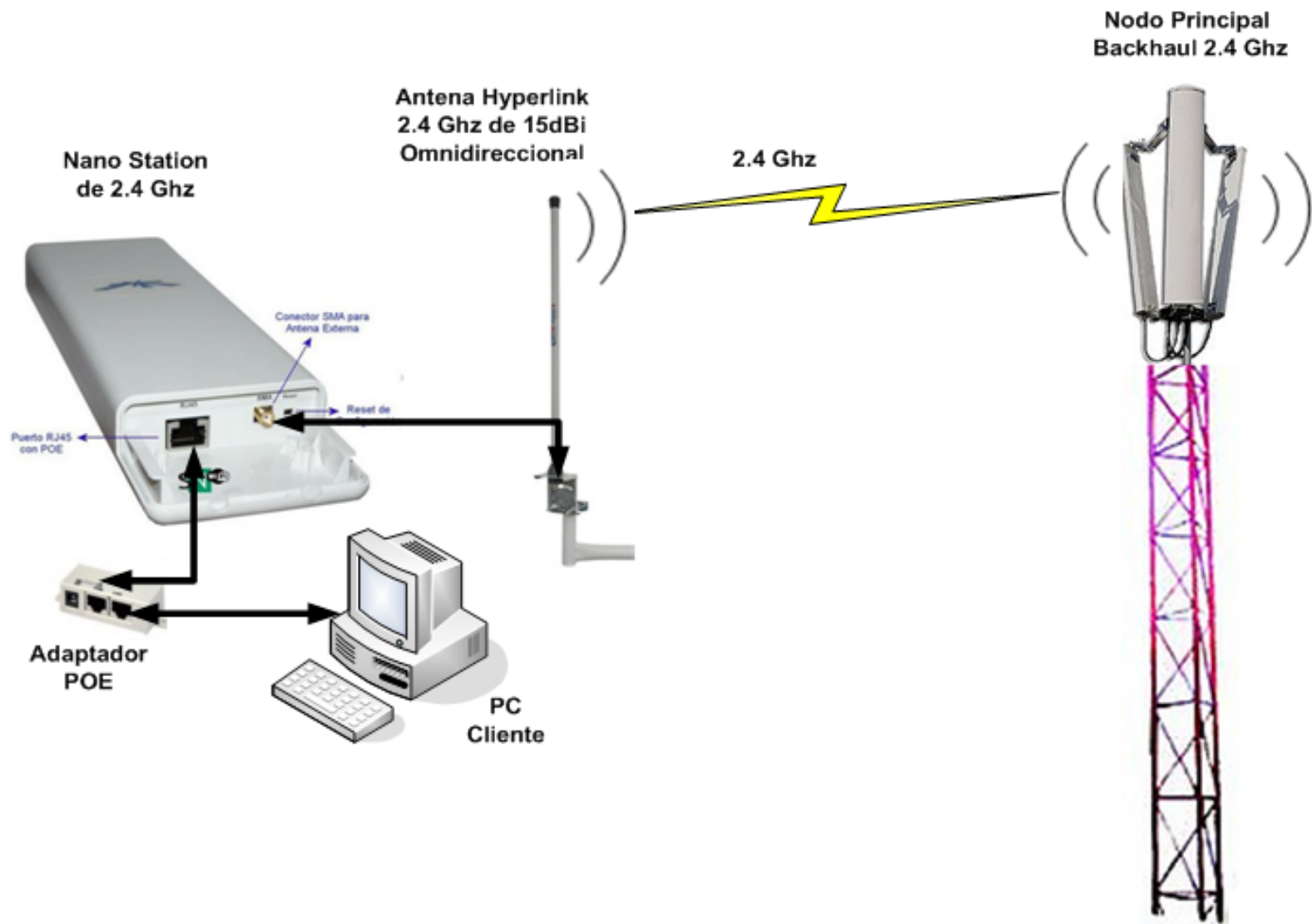
- La radio Nanostation es un equipo outdoor que viene incorporado una antena de menor potencia, se puede adaptar a este enrutador una antena externa de mayor ganancia para nuestro estudio se eligió el modelo de antenas HG2415U-PRO es una antena omnidireccional, este equipo opera en la frecuencia de 2.4GHz, esta antena es ubicada en el exterior de la radio a través de un cable coaxial y un pigtail.



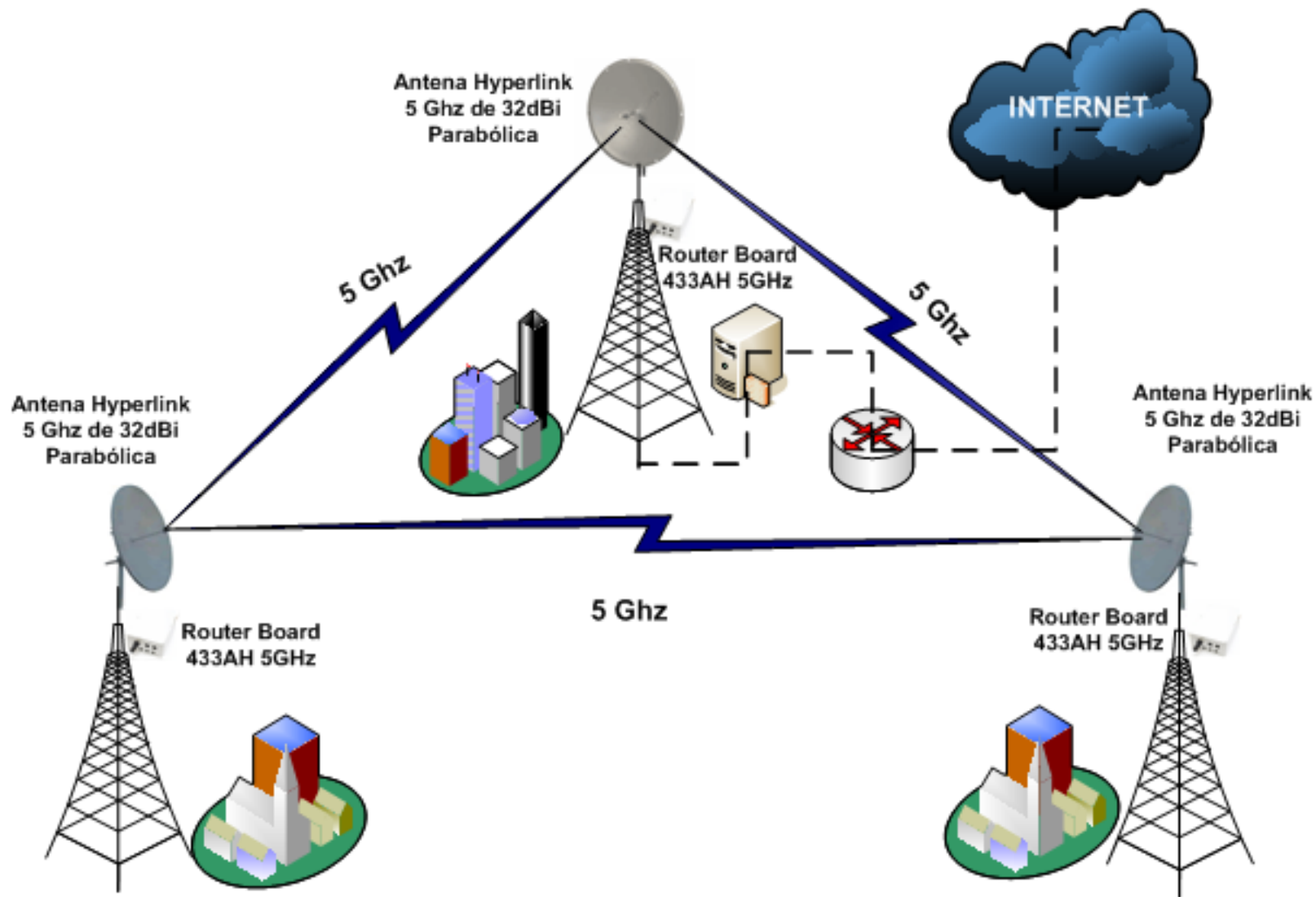
Antena



Esquema de Conexión



Conexión Nodo Principal y Estación Cliente



Backbone Principal

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de subred	Gateway por defecto
AP1 Municipio de Pimampiro 433AH/XR5	ETH1	190.110.206.1	255.255.255.252	
	WLAN 1 (5 GHZ)	BRIDGE ETH1		
AP2 Nodo de Pimampiro 433AH/XR5	ETH1	190.110.206.2	255.255.255.252	
	WLAN 1 (5 GHZ)	BRIDGE ETH1		
AP3 Municipio de Pimampiro BACKUP 433AH/XR5	ETH1	190.110.206.1	255.255.255.252	
	WLAN 1 (5 GHZ)	BRIDGE ETH1		
AP4 Nodo de Pimampiro BACKUP 433AH/XR5	ETH1	190.110.206.2	255.255.255.252	
	WLAN 1 (5 GHZ)	BRIDGE ETH1		
AP5 Nodo Pimampiro 433AH/R52	ETH1	190.110.206.2	255.255.255.252	190.110.206.1
	WLAN1(5 GHZ)	BRIDGE MESH		
	WLAN2(2.4 GHZ)	BRIDGE MESH		
	MESH	172.16.0.1	255.255.0.0	
	DHCP	172.16.0.30 - 172.16.255.254	255.255.0.0	172.16.0.1
AP6 Nodo Pimampiro BACKUP 433AH/R52	ETH1	190.110.206.2	255.255.255.252	190.110.206.1
	WLAN1(5 GHZ)	BRIDGE MESH		
	WLAN2(2.4 GHZ)	BRIDGE MESH		
	MESH	172.16.0.1	255.255.0.0	
	DHCP	172.16.0.30 - 172.16.255.254	255.255.0.0	172.16.0.1
AP5 Nodo Chuga 433AH/R52	WLAN1(5 GHZ)	BRIDGE MESH		172.16.0.1
	WLAN(2.4 GHZ)	BRIDGE MESH		172.16.0.1
	WLAN3(5 GHZ) BACKUP	BRIDGE MESH		172.16.0.1
AP5 Nodo Mariano Acosta 433AH/R52	WLAN1(5 GHZ)	BRIDGE MESH		172.16.0.1
	WLAN(2.4 GHZ)	BRIDGE MESH		172.16.0.1
	WLAN3(5 GHZ) BACKUP	BRIDGE MESH		172.16.0.1

Tabla de Enrutamiento

- Costos de Equipos
- Costos de Infraestructura
- Costos de Implementación
- Costos Totales estimados para la implementación de la red WMNs
- Costos de operación y mantenimiento

Presupuesto

PARROQUIA	Producto	Código	Valor Unit	Cant.	Valor Total
NODO PIMAMPIRO	RB433AH	RB/433AH	149	1	\$ 149
	Big outdoor case	CA/OTU	89	1	\$ 89
	R52Hn	R52Hn	59	3	\$ 177
	48v power supply	48POW	18	1	\$ 18
	MMCX pigtail	AC/MMCX	15	3	\$ 45
	Antena L-com	HG5158DP-32D	333,39	1	\$ 333
	Antena Hyperlink	HG2414HSP-090	569,35	4	\$ 2.277
	Splitter	4 in 1 out	44,6	1	\$ 45
	Cable Coaxial	Rg58 N Macho	25	5	\$ 125
Total Pimampiro					\$ 3.258
NODO CHUGÁ	RB433AH	RB/433AH	149	1	\$ 149
	Big outdoor case	CA/OTU	89	1	\$ 89
	R52Hn	R52Hn	59	3	\$ 177
	48v power supply	48POW	18	1	\$ 18
	MMCX pigtail	AC/MMCX	15	3	\$ 45
	Antena L-com	HG5158DP-32D	333,39	1	\$ 333
	Antena Hyperlink	HG2414HSP-090	569,35	4	\$ 2.277
	Splitter	4 in 1 out	44,6	1	\$ 45
	Cable Coaxial	Rg58 N Macho	25	5	\$ 125
Total Chugá					\$ 3.258
NODO MARIANO ACOSTA	RB433AH	RB/433AH	149	1	\$ 149
	Big outdoor case	CA/OTU	89	1	\$ 89
	R52Hn	R52Hn	59	3	\$ 177
	48v power supply	48POW	18	1	\$ 18
	MMCX pigtail	AC/MMCX	15	3	\$ 45
	Antena L-com	HG5158DP-32D	333,39	1	\$ 333
	Antena Hyperlink	HG2414HSP-090	569,35	4	\$ 2.277
	Splitter	4 in 1 out	44,6	1	\$ 45
	Cable Coaxial	Rg58 N Macho	25	5	\$ 125
Total Mariano Acosta					\$ 3.258
TOTAL EQUIPOS					\$ 9.775

Costo Equipos

Descripción	Cantidad	Valor Unit	Valor Total
Junta Parroquial Pimampiro	1	83	83
Junta Parroquial Chugá	1	83	83
Junta Parroquial Mariano Acosta	1	83	83
Infocentro	1	83	83
Colegios	15	83	1245
Cable	2	133	266
Mastil	19	30	570
TOTAL			2413

Costo Equipos Clientes

COSTOS DE INFRAESTRUCTURA				
Ítem	Descripción	Valor Unit	Cant	Valor Total
Torre	Torre de base triangular	100	3	18000
Obra Civil	Movimiento de tierras, construcción de la cimentación y base para la torre con hormigón armado	850	4	3400
Protecciones	Pararrayos con dispositivo de cebado. Marca: France Paratonnerres	580	3	1740
Regulador de Carga	Tristar-6 Tristar-60 12/24/48V 60A20 12/24/48V 60A2	220	3	660
Batería	ElectroE 5-2000 115 ^a -h3	160	3	480
Sistemas de Puesta a tierra	Coperweld o Electroodos activos PEM- 03	1100	3	3300
TOTAL INFRAESTRUCTURA				27580

Costos de Infraestructura

Costos de Implementación

Item	Descripción	Valor Unit	Meses	Valor Total
2 Tecnicos	Desarrollar Proyecto	1800	6	10800
2 Técnicos	Implementacion	1000	6	6000
TOTAL MANO DE OBRA				16800

COSTOS ADICIONALES			
Elemento	Valor Unit	Unidades	Valor Total
Transporte	200	8	1600
GPS	245	1	245
Herramientas e Imprevistos	300	1	300
TOTAL ADICIONALES			2145

Costos

COSTOS TOTALES	
Descripción	Valor
Costo Equipos	12388
Infraestructura	27580
Mano de Obra	16800
Adicionales	2145
Varios	1000
TOTAL	59913

Costos Totales

Ingresos			
Precio Internet	Usuarios	Instalación	Ingresos
10	20	0	2400
10	140	6000	22800
10	260	6000	37200
10	380	6000	51600
10	500	6000	66000
9	620	6000	72960
9	740	6000	85920
9	860	6000	98880
9	980	6000	111840
9	1100	6000	124800
8	1220	6000	123120
8	1340	6000	134640
8	1460	6000	146160
8	1580	6000	157680
8	1700	6000	169200
7	1820	6000	158880
7	1940	6000	168960
7	2060	6000	179040
7	2180	6000	189120
7	2300	6000	199200

Análisis TIR _ VAN

Egresos				
Equipos	Internet	Mantenimiento	Operación	Egresos
	9600	24.000,00	3900	37.500,00
13719,6	9600	26.400,00	3900	53.619,60
13719,6	9600	29.040,00	3900	56.259,60
13719,6	9600	31.944,00	3900	59.163,60
13719,6	9600	35.138,40	3900	62.358,00
13719,6	10000	36.192,55	3900	63.812,15
13719,6	10000	37.278,33	4200	65.197,93
13719,6	10000	38.396,68	4200	66.316,28
13719,6	10000	39.548,58	4200	67.468,18
13719,6	10000	40.735,04	4200	68.654,64
13719,6	10400	41.957,09	4200	70.276,69
13719,6	10400	43.215,80	4500	71.835,40
13719,6	10400	44.512,27	4500	73.131,87
13719,6	10400	45.847,64	4500	74.467,24
13719,6	10400	47.223,07	4500	75.842,67
13719,6	10800	48.639,76	4500	77.659,36
13719,6	10800	50.098,96	4800	79.418,56
13719,6	10800	51.601,93	4800	80.921,53
13719,6	10800	53.149,98	4800	82.469,58
13719,6	10800	54.744,48	4800	84.064,08

Análisis TIR _ VAN

Periodo	Flujo de Caja
0	(59.913,00)
1	(35.100,00)
2	(30.819,60)
3	(19.059,60)
4	(7.563,60)
5	3.642,00
6	9.147,85
7	20.722,07
8	32.563,72
9	44.371,82
10	56.145,36
11	52.843,31
12	62.804,60
13	73.028,13
14	83.212,76
15	93.357,33
16	81.220,64
17	89.541,44
18	98.118,47
19	106.650,42
20	115.135,92
TIR	24%
VAN	870051,042

Análisis TIR _ VAN

- Armando Equipos Mikrotik
- Configurando Redes Mesh Equipos Mikrotik