

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
UNAN-LEON.**



**TRABAJO MONOGRÁFICO:**

**Interconexión de redes entre Campus médicos, Campus agropecuario y Edificio Central a través de un Backbone con tecnología inalámbrica (Radio enlace de frecuencia no Regulada).**

**Integrantes:**

- Br. Gloria Ninet Garay Dávila.
- Br. Peggy de los Ángeles Guerrero Soto.
- Br. Ayda Guisela Ramos Pérez.

**Tutores:**

- Ing. Marcos Cárcamos
- Lic. Néstor Castro.

León, 29 de Septiembre del 2005



## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	8
<b>2. JUSTIFICACION</b> .....	10
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>3.1 GENERAL</b> .....	11
<b>3.2 ESPECIFICOS</b> .....	11
<b>4. MARCO TEORICO</b> .....	12
<b>4.1 GENERALIDADES DE REDES</b> .....	12
<b>4.1.1 Introducción a Redes de Computadoras</b> .....	12
<b>4.1.2 Ejemplo de funcionamiento de una Red</b> .....	12
<b>4.1.3 Tipos de Redes</b> .....	13
<b>4.1.4 Tecnología de Redes</b> .....	16
4.1.4.1 Modelo OSI.....	17
4.1.4.2 Modelo TCP/IP .....	19
4.1.4.3 Estándares: .....	20
<b>4.2. TECNOLOGIA DE REDES INALAMBRICAS</b> .....	22
<b>4.2.1 Introducción a Redes Inalámbrica</b> .....	22
<b>4.2.2 Tipos de redes Inalámbricas</b> .....	24
<b>4.2.3 Ventajas que ofrecen las redes inalámbricas frente a las redes cableadas</b> .....	26
<b>4.2.4 Desventajas o Inconvenientes</b> .....	27
<b>4.2.5 Análisis previo para la implementación de una red inalámbrica</b> ....	28
4.2.5.1 Alcance.....	28
4.2.5.3 Pérdida de Propagación.....	29
4.2.5.4 Puntos de Acceso .....	29
<b>5. METODOLOGIA DE TRABAJO</b> .....	38
<b>5.1 Análisis</b> .....	38
<b>5.2 Especificación de Requisitos</b> .....	42
<b>5.3 Diseño</b> .....	43
5.3.1 Diseño físico propuesto.....	43
5.3.2 Diseño lógico .....	45



<b>5.4 Montaje de un enlace Wireless de larga distancia.....</b>	<b>48</b>
5.4.1 Materiales Necesarios .....	48
<b>5.4.2 Factores Condicionantes .....</b>	<b>48</b>
5.4.2.1 Potencia de transmisión de las tarjetas.....	49
5.4.2.2 Calidad de los conectores.....	49
5.4.2.3 Longitud y calidad del pigtail .....	51
5.4.2.4 Longitud y calidad del cable .....	52
5.4.2.5 Ganancias y tipos de antenas .....	53
Como deben de estar situadas las antenas.....	54
5.4.2.6 Distancia entre Antenas.....	54
5.4.2.7 Zona de Fresnel .....	64
5.4.2.8 Condiciones del Terreno y Meteorológicas .....	66
5.4.2.9 Formula General.....	66
<b>5.4.3 Hardware.....</b>	<b>733</b>
5.4.3.1 Potencia Necesaria .....	733
<b>5.4 Conexiones.....</b>	<b>733</b>
<b>5.5 Evaluación y Prueba.....</b>	<b>733</b>
<b>5.6 Seguridad.....</b>	<b>822</b>
5.6.1 Los Riesgos .....	822
5.6.1.1 Pérdida del Equipo .....	833
5.6.1.2 Infección por virus .....	833
5.6.1.3 Uso Equivocado por personas autorizadas.....	844
5.6.1.4 Uso fraudulento por personas no autorizadas .....	844
<b>5.6.2 Seguridad en las redes Inalámbricas .....</b>	<b>866</b>
5.6.2.1 Encriptamiento .....	877
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>900</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>911</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>922</b>



## AGRADECIMIENTO

Nuestra tesis se la queremos agradecer en primer lugar a **DIOS**, a él que nos ha venido dando la sabiduría, el conocimiento necesario para culminar dicho trabajo. A él, que nos ha dado fortaleza en los momentos más difíciles por el cual hemos pasado en el transcurso de nuestra carrera.

Igualmente expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestros tutores: Ing. Marcos Cárcamos y Lic. Néstor Castro que sin su ayuda y su tiempo no hubiese sido posible la culminación de nuestro trabajo.

Finalmente agradecemos a nuestra familia y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de nuestra tesis.



## DEDICATORIA

Al culminar unas de mi etapa de mi vida como es, mi carrera profesional, quiero dedicarle mi trabajo monográfico:

- ❖ **A DIOS**, a él, que me ha iluminado y me ha bendecido en el transcurso de este camino, dándome la sabiduría necesaria como el conocimiento para poder culminar unas de mis metas. A él, que me ha guiado y me ha sostenido con su poder derramando muchas gracias en mi ser, le dedico este minucioso trabajo, como un agradecimiento por todas sus maravillas para conmigo. Al mismo tiempo a la Virgen Maria por interceder y cuidarme en este caminar de juventud.
- ❖ **A MIS PADRES**, José Rumaldo Garay y Lucia Dávila por todos sus sacrificios que día, a día ellos me siguen dando para llegar a culminar mis metas y seguir creciendo profesionalmente. A ellos se la dedico por tanto amor y sobre todo por tantas luchas para poder cumplir todas mis metas, especialmente la de mi carrera profesional.
- ❖ A todas aquellas personas, que aportaron su granito de arena, dándome su apoyo y brindándome su ayuda. Especialmente a una persona que considero como mi hermana, por todo su cariño, respeto, comprensión en todo momento.

**Br. Gloria Ninet Garay Dávila.**



## DEDICATORIA

Este trabajo monográfico se la ofrezco:

- ❖ **A DIOS**, por haberme dado la sabiduría, fortaleza, dedicación y sobre todo por ver realizado mis sueños de culminar la carrera de Lic. en Computación.
  
- ❖ **A mis abuelitos**: Guillermina Morales y Domingo Ramón Tijerino, por haberme apoyado todo este tiempo y por el amor que siempre han tenido, así mismo por apoyarme tanto económicamente, como emocionalmente, que Dios los bendiga siempre por todo lo que hasta hoy han hecho por mí .
  
- ❖ **A mis maestros** por toda la dedicación y conocimiento que me brindaron para poder ser una buena profesional
  
- ❖ **A mi novio** Cristhian I. Amador por haberme apoyado en todo momento y además por darme ánimo de seguir adelante en mi meta que hoy se ha realizado.
  
- ❖ **A mis amigos** que de alguna manera me apoyaron mucho; pero en especial a mi amiga Ayda Ramos por el apoyo que siempre me brindó.

**Br. Peggy de los Ángeles Guerrero Soto**



## DEDICATORIA

- ❖ Se la dedico especialmente a nuestro **SEÑOR JESUCRISTO** por haberle brindado a mis padres salud, fuerza para que yo pudiera llegar a culminar mis estudios; así mismo por brindarme la capacidad suficiente para poder hacerlo.
  
- ❖ **A MIS PADRES**, Arturo Ramos y Norma Pérez, que son un pilar muy importante en mi vida, a ellos infinitamente gracias por la ayuda incondicional que siempre me han brindado.
  
- ❖ **A mis tíos** Rolando y Azucena Pérez por haberme brindado su ayuda ya que fue muy importante, para la culminación de mis estudios.

**Br. Ayda Guísela Ramos Pérez.**



### INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de redes nos referimos a un conjunto de ordenadores conectados entre sí que se pueden comunicar, compartiendo datos y recursos sin importar la localización física de los distintos dispositivos. A través de una red se pueden ejecutar procesos en otro ordenador o acceder a sus ficheros, enviar mensajes, compartir programas, etc.

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica.

Una red inalámbrica es una red que permite a sus usuarios conectarse a una red local o a Internet sin estar conectado físicamente y los datos (paquete de información) se transmite por el aire.

Estamos en la presencia de un mundo globalizado generando con esto el surgimiento de una nueva generación de personas que necesiten estar comunicados entre sí, lo que nos lleva a pensar en herramientas que faciliten esa comunicación.

A nivel nacional se ha implementado una variedad de comunicación a través de redes, entre las cuales podemos mencionar: Enitel, PCS, Bellsouth, los bancos, etc.

A través de los años el uso de la tecnología en redes ha venido evolucionando en el departamento de León, en el cual la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-LEON) fue la primera en ofrecer servicios de Internet a sus estudiantes, así mismo se dio la introducción y utilización de forma aislada de microondas en algunas facultades.



### 1. ANTECEDENTES

A partir del año **1994** bajo la dirección del excelentísimo Rector Dr. Ernesto Medina Sandino, se dio un rápido, pero seguro desarrollo en el área de informática, hasta la implementación de una red local en el edificio Central UNAN-LEON con fines administrativos en las oficinas de contabilidad, recursos humanos e informáticos.

Desde **1994** hasta finales de **1996** la **UNAN-LEON** tenía acceso a Internet a través de conexión PPP (vía línea telefónica) con Nicarao, después con la UNI y al nodo de la OPS (organización panamericana de la salud) en Managua.

En el año **1996** se instaló el nodo y dominio propio UNAN-LEON. En ese mismo año se incorpora el sistema integrado de contabilidad de la Price WaterHouse.

A finales de **1996** e inicio de **1997** se concluyó la instalación y puesta en funcionamiento del nodo de Internet en el Edificio Central. A mediados de 1997 se inició la conexión de la facultad de Ciencias Puras (mediante fibra óptica) esta etapa no concluyó.

En **1998** posee una Biblioteca con servicio de consulta bibliográfica totalmente automatizada. En el segundo semestre de **1999** se continuó con la instalación LAN Campus Medico y su conexión a la red Académica existente.

En el año **2000** se realizó en el servidor WEB de la Biblioteca Central la instalación de SIABUC 2000.

En el año **2001** se ejecutó con la empresa **SIEMENS** el proyecto llamado “Red de convergencia de voz y de datos” que consistió en la instalación de 2 plantas telefónicas en el Campus Médico y Edificio Central, con la primera conexión inalámbrica a 256Kbps con frecuencia regulada. Ese mismo año se conecta el Campus Agropecuario con radio enlace de 2Mbps (frecuencia regulada) cabe aclarar que este se dañó, al medio año de instalado.



## Interconexión de redes inalámbricas

---

---



En el año **2002** la Facultad de Ciencias Jurídicas, el Edificio Heodra y Anexo de Derecho se conectaron con tecnología ADSL con velocidades entre 4 y 10Mbps. En Diciembre del año 2003 se instaló la red local de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales con varios segmentos de fibra Óptica.

Para el año **2003-2004** se aumentó el ancho de banda de enlace entre el Campus Médico y Edificio Central a 11Mbps por medio de un nodo enlace, en el 2004 la facultad de Ciencias de la Educación se conecta a una línea dedicada.

En el corriente año (**2005**) se conecta el Campus Agropecuario con radio enlace de 48Mbps (Frecuencia no Regulada).



## 2. JUSTIFICACION

Debido a la necesidades de tener una comunicación eficiente en nuestra universidad; surgió la idea de diseñar un backbone con tecnología inalámbrica (Radio enlace de Frecuencia no regulada) para establecer una conexión hasta 54Mbps a través del Edificio Central, Campus Medico y Campus Agropecuario que nos proporcione una comunicación fiable y rápida para un servicio de calidad.

De esta manera garantizamos una redundancia de conectividad entre ellos para asegurar que la comunicación sea estable en cada facultad y se garantiza que los datos no se pierdan si ocurre algún fallo en algunas de las conexiones.

Al mismo tiempo con este diseño propuesto pretendemos que la instalación, configuración y administración de dicho proyecto tenga un fácil mantenimiento, obteniendo una reducción de costo.

Por otro lado, los Radios Enlaces existentes (256Kbps y 2Mbps) no soportan los requerimientos de los servicios de red, en especial del sistema SOROLLA que es muy exigente en cuanto al ancho de banda, además de que esa área geográfica es la que tiene una mayor tendencia de crecimiento acelerado por la construcción de nuevos edificios para la escuela de Ciencias Económicas y Empresariales, Ortodoncia, Polisal y proyectos de investigación de **ASD**.

Los Radios Enlaces se dañan con frecuencias y por tal razón es necesario garantizar la redundancia.



### **3 .OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Modernizar la conexión a través del diseño de un Backbone con tecnología Inalámbrica (Radio Enlace de Frecuencia no Regulada) entre el Edificio Central, Campus Médico y el Campus Agropecuario, garantizando de esta manera redundancia de conectividad.

#### **3.2 ESPECIFICOS**

1. Proporcionar un ancho de banda satisfactorio para la realización de Actividades a través de la red inalámbrica (Radio Enlace).
2. Reducir el costo de mantenimiento de la red existente.
3. Garantizar una seguridad eficiente a través del medio.



## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 GENERALIDADES DE REDES

#### 4.1.1 Introducción a Redes de Computadoras

La necesidad de compartir los recursos computacionales existentes así como permitir el acceso a grandes volúmenes de información en puntos distantes, hizo surgir la necesidad de interconectar los sistemas informáticos disponibles.

Dicho de una manera más clara la definición de una red es la de un sistema de comunicaciones ya que permite comunicarse con otros usuarios y compartir archivos y periféricos. Es decir es un sistema de comunicaciones que conecta a varias unidades y que les permite intercambiar informaciones.

La conexión no necesariamente puede hacerse a través de cables, también puede hacerse mediante uso de láser, microondas y satélite de comunicación.

#### 4.1.2 Ejemplo de funcionamiento de una Red.

Se puede pensar por un momento en el servicio de correo. Cuando alguien desea mandar una carta a otra persona, la escribe, la mete en un sobre con el formato impuesto por el correo, le pone un sello y la introduce en un buzón; la carta es recogida por el cartero, clasificada por el personal de correo, según su destino y enviada a través de medios de transporte hacia la ciudad destino; una vez allí otro cartero irá a llevarla a la dirección indicada en el sobre ; si la dirección no existe, al cabo del tiempo la carta se devolverá al origen por el mismo cause que llevo el supuesto destino .

Mas o menos de esta forma es como funciona una red: la carta escrita es la información que se quiere transmitir ; el sobre y sello y el paquete con el formato impuesto por el protocolo que se utiliza en la transmisión; la dirección del destinatario es la dirección del nodo destino y la dirección del remitente, será la dirección del nodo origen los medios de transporte que llevan las cartas cerca del destino es el medio de transmisión(cable coaxial, fibra óptica...); las normas del servicio de correos, carteros y demás personales son los protocolos de comunicación establecidos. Si se supone que se esta utilizando el Modelo OSI del ISO. Este modelo tiene 7 niveles, es como decir que la carta escrita pasa por 7 filtros diferentes (trabajadores con



diferentes cargos) desde que la ponemos en el buzón hasta que llega al destino.

Cada nivel de esta torre se encarga de realizar funciones diferentes en la información a transmitir. Cada nivel por el que pasa la información a transmitir que sea insertado en un paquete, añade información de control, que el mismo nivel en el nodo destino irá eliminando. Además se encarga de cosas muy distintas: desde el control de errores hasta la reorganización de la información transmitida cuando esta se ha fragmentado en tramas.

Si la información va dirigida a una red diferente (otra ciudad el caso de la carta), la trama debe llegar a un dispositivo de interconexión de redes (router, gateway, bridges) que decidirá, dependiendo de su capacidad, el camino que debe seguir la trama. Por eso es imprescindible que el paquete lleve la dirección destino y que esta contenga, además de la dirección que identifica al nodo, la dirección que identifica la red a la que pertenece el nodo.

### 4.1.3 Tipos de Redes

No existe una taxonomía generalmente aceptada dentro de la cual quepan todas las redes de computadoras pero se pueden clasificar en dependencia de los parámetros que se toman en cuenta:

**Según su extensión:** LAN, MAN o WAN.

- ❖ **Redes de Área Local :** Son redes de propiedad privada dentro de un solo edificio o campus de hasta unos cuantos kilómetros de extensión (< 10km) se usan ampliamente para usar computadoras personales y estaciones de trabajo, en las oficinas de compañías y fábricas con objeto de compartir recursos e intercambiar información. Son redes de difusión y toman diversas topologías (bus, anillo y estrella).
- ❖ **Redes de Área Metropolitana:** Básicamente es una versión más grande de una LAN, normalmente se basa en una tecnología similar. Podría abarcar un grupo de oficinas corporativas cercanas o una ciudad y pueden ser privadas o públicas. Son redes de difusión, tienen extensiones medias y tienen una tecnología similar a la LAN.
- ❖ **Redes de Área Amplia:** Se extienden sobre un área geográfica extensa, a veces un país o un continente. Obtienen una conexión de máquinas dedicadas a ejecutar programas de usuarios, las máquinas



están conectadas por una subred de comunicación, el trabajo de la subred es conducir mensajes de una máquina a otra.

Son redes punto a punto y las máquinas están unidas por un router a la subred, tienen topologías muy diversas.

**Según el tipo de Transmisión empleado:** Difusión, conmutación y punto a punto.

**Difusión:** Este tipo de red posee un sólo medio de transmisión para conectar entre sí todos los equipos. Si un equipo transmite, todos los demás reciben la transmisión, decidiendo individualmente cada uno de ellos si la información les interesa o no.

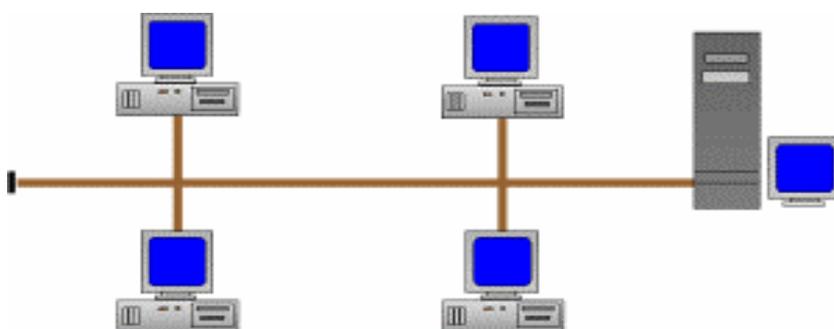
**Conmutación:** Esta red de conmutación consiste en que los distintos equipos no están conectados entre sí directamente, como en el caso anterior, sino que lo hacen a través de nodos de conmutación.

**Punto a Punto:** Este tipo de red conocida como difusión de conectividad total o redes malladas. Estos nombres se deben a que todos los equipos están conectados entre sí. La ventaja de este tipo de red es su sencillez, sin embargo para un número elevado de equipos es costoso, por el número de medios y de interfaces necesarios.

**Según la velocidad:** media, baja y altas.

**Según su topología:** Bus, Anillo o Estrella.

**Bus:** consta de un único cable que se extiende de un ordenador al siguiente de un modo serie. Los extremos del cable se terminan con una resistencia denominado terminador, además de indicar que no existe más ordenadores de extremos permite cerrar el bus.





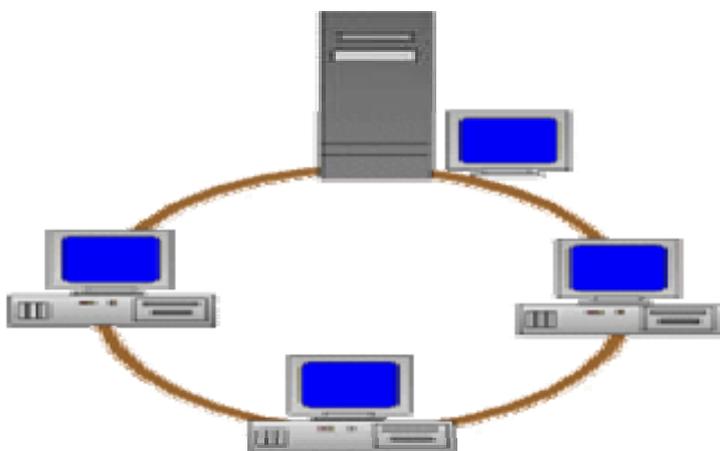
### Ventajas:

- Fácil instalación y mantenimiento
- No existen elementos centrales de que dependan de toda la red, cuyo fallo dejaría inoperativa a todas las estaciones.

### Desventajas:

- Si se rompe el cable en algún punto la red queda inoperativa por completo.
- Si se instala un edificio con varias plantas se debe instalar una red por planta y después unirlos a través de un bus troncal.

**Anillo:** El cable forma un bucle cerrado formando un anillo, todos los ordenadores que forman parte de la red se conectan a ese anillo.

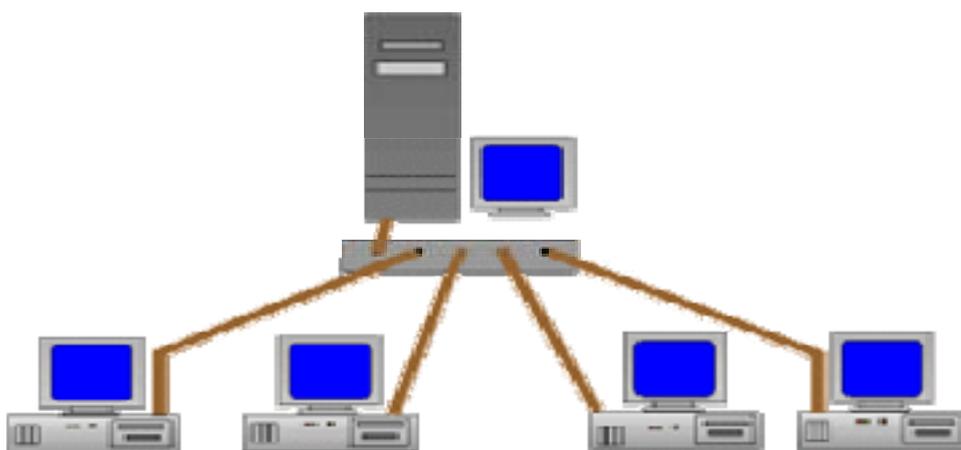


### Desventaja:

- Si se rompe el cable que forma el anillo se paraliza la red.
- Es difícil de instalar.
- Requiere de mantenimiento.



**Estrella:** En la topología en estrella, cada estación tiene una conexión directa a un acoplador (conmutador) central. Una manera de construir esta topología es con conmutadores telefónicos que usan la técnica de conmutación de circuitos.



### **Ofrece Características como las siguientes:**

- Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central, formando una estrella física.
- La información debe pasar por un punto central.
- La velocidad es alta.
- Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión del nodo que interconectaba.
- Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

**Según la tecnología empleada:** celular, óptica, eléctrica y por satélite.

### **4.1.4 Tecnología de Redes**

Un protocolo es una serie de reglas que indican a una terminal como debe de llevar a cabo el proceso de comunicación. Los protocolos o normalizaciones son establecidos por organizaciones de reconocimiento mundial.



De todos los protocolos de redes sobresalen dos: **El protocolo OSI** y **el protocolo TCP/IP**.

### 4.1.4.1 Modelo OSI

Una característica como todas las comunicaciones actuales de ordenadores es el hecho de que todas ellas estructuran el proceso de comunicación en distintos niveles o capas. Cada capa se encarga de realizar una tarea distinta y perfectamente coordinada con el resto de capas.

La organización Internacional de Normalización ISO propuso un modelo de referencia que permitiese estructurar la comunicación en 7 capas. A este sistema se le llamó OSI (Open System Interconnection “Interconexión de Sistemas Abiertos”).

Para que se ha posible una Comunicación Inalámbrica la norma IEEE 802 define exclusivamente los temas relacionados con las dos primeras capas del modelo OSI y el resto de las capas son idénticas a las redes locales cableadas.

**Las capas del Modelo OSI son las siguientes:**

Aplicación	
Presentación	
Sesión	
Transporte	
Red	
Enlace	LLC
	MAC
Físico	PLCP
	PMD

### Capa Física

La capa Física se ocupa de definir los métodos por lo que se difunde la señal. Para hacer esto la capa física de IEEE se subdivide en dos sub-capas: **PLCP** (Procedimiento de Convergencia de la capa física) y **PMD** (Dependiente del medio físico.)



**EL PLCP** se encarga de convertir los datos a un formato compatible con el medio físico. **El PMD** se encarga de la difusión de la señal.

### **Capa de Enlace**

Define como se organizan los datos que se transmiten, como se forman los grupos de datos (paquete, trama etc.) y como aseguran que los datos lleguen al destino sin errores. Esta se subdivide en dos sub-capas: **MAC** (Control de Acceso al Medio) y **LLC** (Control de enlace lógico)

**El MAC** es la capa que se ocupa del control de acceso al medio físico, es un conjunto de protocolo que controla cómo los distintos dispositivos comparten el uso de este espectro radioeléctrico.

**El LLC** es la capa que se ocupa del control del enlace lógico. Define como pueden acceder múltiples usuarios a la capa MAC

### **Capa de Red**

Su principal objetivo es lograr una comunicación extremo a extremo, independientemente de las subredes, es decir de la tecnología que se encuentra entre ambos extremos, se encarga del control de la congestión que se produce en la red por un exceso de paquetes.

### **Capa de Transporte**

Garantiza la transmisión sin errores, de extremo a extremo independientemente del tipo de red, se encarga que los datos lleguen sin errores, ordenados, sin pérdidas, ni duplicados.

### **Capa de Sesión**

Se encarga de organizar y sincronizar el dialogo, entre los dos extremos.

### **Capa de Presentación**

En esta capa se define el formato de los datos que se van intercambiar entre las aplicaciones y ofrece a los programas de aplicación un conjunto de servicios de transformación de datos, es decir nos define como es representada la información transmitida.



### Capa de Aplicación

Define como interactúa los datos con la aplicaciones específicas.

#### 4.1.4.2 Modelo TCP/IP

El departamento de defensa de USA definió un conjunto de reglas que establecieron como conectar computadoras entre sí para lograr el intercambio de información, soportando incluso desastres mayores en la subred. Fue así como se definió el conjunto de protocolos TCP/IP.

Para los años 80 una gran cantidad de instituciones estaban interesadas en conectarse a esta red que se expandió por todo EE.UU.

El modelo TCP/IP consta solamente de 4 capas:



**Capa de Interfaz de red.** El software TCP/IP de nivel inferior consta de una capa de interfaz de red responsable de aceptar los datagramas IP y transmitirlos hacia una red específica. Una interfaz de red puede consistir en un dispositivo controlador (por ejemplo, cuando la red es una red de área local a la que las máquinas están conectadas directamente) o un complejo subsistema que utiliza un protocolo de enlace de datos propios.

**Capa Internet.** La capa Internet maneja la comunicación de una máquina a otra. Ésta acepta una solicitud para enviar un paquete desde la capa de transporte, junto con una identificación de la máquina, hacia la que se debe enviar el paquete. La capa Internet también maneja la entrada de datagramas, verifica su validez y utiliza un algoritmo de ruteo para decidir si el datagrama debe procesarse de manera local o debe ser transmitido. Para el caso de los datagramas direccionados hacia la máquina local, el software de la capa de red de redes borra el encabezado del datagrama y



selecciona, de entre varios protocolos de transporte, un protocolo con el que manejará el paquete. Por último, la capa Internet envía los mensajes ICMP de error y control necesarios y maneja todos los mensajes ICMP entrantes.

**Capa de Transporte:** Esta formado por dos protocolos: TCP y UDP, se encargan de manejar todos los datos y de proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.

El primero de los protocolos es un protocolo confiable y orientado a la conexión, lo que significa que ofrece un medio libre de errores para enviar paquetes. El segundo es no orientado a conexión y es no confiable.

**Capa de Aplicación:** En la última capa se encuentran decenas de aplicaciones ampliamente conocidas actualmente. Los más populares son los protocolos WWW, FTP, TELNET, DNS el servicio del correo electrónico (SMTP), etc.

### 4.1.4.3 Estándares:

Para poder entender el estado actual de las tecnologías inalámbricas es imprescindible conocer sus estándares.

Existen varias organizaciones y comité reconocidos que están recomendando ciertos estándares: El CCIIT (Consultative committee on International Telegraphy and Telephony), ISO (Internacional Standards Organization) y el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

**El CCII** es una organización internacional de estándares con sedes en Ginebra Suiza. Ha desarrollado estándares para diferentes aspectos de las comunicaciones de datos y transmisiones telefónicas. Estos estándares han tenido un mayor impacto en las redes de área extendida que en las locales.

**ISO**, También con sede en ginebra ha desarrollado un modelo de referencia para las redes de ordenadores conocidas como OSI y que forman la base de muchos de los estándares actuales.

**El IEEE**, Es una organización internacional que ha desarrollado un juego de estándares para redes locales e inalámbricas.

Los grupos de trabajo de la IEEE han estado trabajando en los nuevos estándares que deben cubrir las necesidades del tipo de red que se utilicen.



Las primeras técnicas de acceso que definió el IEEE se pensaron para las redes de cables. De esta forma, empezaron a surgir los primeros miembros de la familia 802 entre ellas se encuentran:

**IEEE 802.1:** Describe la interrelación entre las partes del documento que describe la norma 802 y su relación con el modelo de referencia OSI.

**IEEE 802.2:** Describe la función del protocolo de control de enlace lógico.

**IEEE 802.3:** Define el protocolo de acceso al medio, MAC de redes CSMA/CD y el nivel físico en este tipo de redes.

**IEEE 802.4:** Define el protocolo de acceso al medio, MAC de redes de paso de testigo en bus y el nivel físico en este tipo de redes.

**IEEE 802.5:** Define el protocolo de acceso al medio, MAC de redes de paso de testigo en anillo y el nivel físico en este tipo de redes.

**IEEE 802.6:** Define el protocolo de acceso a redes de área metropolitana.

**IEEE 802.7:** Suministra técnicas de comunicación en banda ancha.

**IEEE 802.8:** Suministra técnicas de comunicación en Fibra Óptica.

**IEEE 802.9:** Define un Standard de LAN para integrar voz y datos.

**IEEE 802.10:** Comité encargado de la seguridad y de la implementación.

En 1997 el IEEE añadió un nuevo miembro a la familia 802 que se ocupa de definir las redes de área local inalámbrica. Este nuevo miembro es el **802.11**, partir de ahí surgen nuevas versiones:

**IEEE 802.11a:** Opera en la banda de 5GHz lo que da un ancho menos poblado proporcionando más canales y un ancho de banda mayor. De esta forma podemos tener más puntos de acceso con menos interferencias y señales más limpias.

**IEEE 802.11b:** Subía la velocidad de transmisión a los 11Mbps. Por este motivo se le conoció también como 802.11hr. Opera en la banda 2.4GHz.



**IEEE 802.11e:** Este grupo trabaja en el aspecto relacionado con la calidad de servicio.

En el mundo de las redes de datos, calidad de servicio significa poder dar más prioridad de transmisión a unos paquetes de datos que otro dependiendo de la naturaleza de la información (voz, videos e imágenes).

**IEEE 802.11g:** Compatible con el 802.11b, capaz de alcanzar una velocidad doble, es decir hasta 22 Mbit/seg. o llegar, incluso a 54 Mbit/s, para competir con los otros estándares que prometen velocidades mucho más elevadas pero que son incompatibles con los equipos 802.11b ya instalados, aunque pueden coexistir en el mismo entorno debido a que las bandas de frecuencias que emplean son distintas. Por extensión, también se le llama Wi-Fi.

**IEEE 802.11h:** Las especificaciones de radio 802.11 no escuchan la red antes de transmitir para comprobar que la línea esta libre. Estas, en cambio, transmiten y sin esperar la respuesta apropiada, paran y retransmiten. 802.11h se basa en 802.11a para resolver los problemas de interferencias y uso, así como mejorar la coexistencia con otras especificaciones que trabajan en el mismo ancho de banda.

**IEEE 802.11i:** El sistema de seguridad que utiliza el 802.11 esta basado en el sistema WEP. Este sistema ha sido fuertemente criticado debido a su debilidad, pero este grupo pretende sacar un nuevo sistema mucho más seguro que sustituya a WEP (Protocolo de Encriptamiento para Wireless).

## 4.2. TECNOLOGIA DE REDES INALAMBRICAS

### 4.2.1 Introducción a Redes Inalámbrica

Desde hace relativamente poco tiempo, se esta viviendo lo que puede significar una revolución en el uso de la tecnología de la información tal y como la conocemos. Esta revolución puede llegar a tener una importancia similar a la que tuvo la adopción en Internet por el gran público.

Estamos hablando de redes inalámbricas que son como cualquier otra red de computadoras que se conectan a una red local o a Internet sin estar conectado físicamente y sus datos (paquete de información) se transmite por el aire.



Estas redes se han venido introduciendo en el mercado de una forma callada ganando mucha popularidad que se ve acrecentada conforme sus aplicaciones aumentan y se descubre nuevas aplicaciones sobre ella.

La conectividad Inalámbrica es lo nuevo en el mundo de las redes, lo que permite a sus usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectado aún determinado lugar.

Es por esto que la tecnología inalámbrica esta ocupando rápidamente las preferencias de todo tipo de usuario.

Los medios de transmisión en la tecnología inalámbrica pueden ser:

**Microondas terrestres:** Por lo general se utilizan antenas parabólicas de aproximadamente 3 metros de diámetro, tienen que estar fijadas rígidamente. Este emite un estrecho haz que debe estar perfectamente enfocado con la otra antena, en este caso receptor. El uso principal de este tipo de transmisión se da en las telecomunicaciones de largas distancias, se presenta como alternativa del cable coaxial o la fibra óptica. Los principales usos de las Microondas terrestres son para la transmisión de televisión y voz.

**Microondas por satélite:** Lo que hace básicamente es retransmitir información, se usan como enlace de dos transmisores/receptores terrestres denominados estación base. El satélite funciona como un espejo donde la señal rebota, su principal función es la de amplificar la señal, corregirla y retransmitirla a una o más antenas.

**Espectro infrarrojo (IR):** Los infrarrojos son útiles para las conexiones locales punto a punto, así como para aplicaciones multipunto dentro de un área de cobertura limitada, ejemplo: una habitación.

**Transmisión por onda de Luz:** La señalización óptica se ha utilizado durante siglos, un caso muy primario son los faros ubicados en las costas, en cierta forma estos dispositivos envían una cierta información a otro dispositivo.

Una aplicación más moderna y un poco más complicada es la conexión de las redes LAN de dos edificios por medio de laceres montados en sus respectivas azoteas.

**Ondas de Radio:** Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden viajar a distancias muy largas y penetrar edificios sin problemas, de modo que se utilizan mucho en la comunicación tanto en interiores como en exteriores. Las ondas de radio también son omnidireccionales, lo que significa que viajan en



todas las direcciones desde la fuente, por lo que el transmisor y el receptor no tiene que alinearse físicamente.

Resumiendo y agrupando todos los sistemas de transmisión inalámbricos que se nombraron anteriormente podemos distinguir dos marcados grupos:

- **Direccional:** También llamada sistema de banda angosta (narrow band) o de frecuencia dedicada, la antena de transmisión emite la energía electromagnética en un haz; por tanto en este caso las antenas de emisión y recepción deben estar perfectamente alineadas.
- **Omnidireccional:** También llamadas sistemas basados en espectros dispersos o extendidos (spread spectrum), al contrario que las direccionales, el diagrama de radiación de la antena es disperso, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas.

### 4.2.2 Tipos de redes Inalámbricas

La comunicación inalámbrica, como cualquier otra cosa en esta vida, pueden clasificarse en distintas formas dependiendo del criterio al que se atienda, es por eso que se dividen en los siguientes grupos de acuerdo con su alcance.

**Redes Inalámbricas de Área Personal o WPan (Wireless personal Area Network):** Cubren distancias inferiores a los 10 metros. Estas soluciones están pensadas para interconectar los distintos dispositivos de un usuario (por ejemplo el ordenador con la impresora) así como permitir una comunicación directa a corta distancia entre dispositivos.

Dentro de las tecnologías de Redes Inalámbricas de Área personal se encuentran:

- ❖ **Bluetooth:** Fue desarrollado en 1998, utilizando frecuencias de 2.4GHz para establecer radio enlaces en redes de área personal (PAN). Es una de las tecnologías de redes inalámbricas de área personal más conocida, esta tecnología no está pensada para soportar redes de ordenadores, sino más bien para comunicar un ordenador o cualquier otro dispositivo con sus periféricos (un teléfono móvil con su auricular, un ordenador con su impresora, etc.)

Actualmente ha sido adoptado como el IEEE 802.15 estándar inicial. El formato Bluetooth tiene un rango operativo de 10 metros y puede



alcanzar transmisiones de sólo 1Mbit/seg. Pero es la solución ideal para usuarios que quieren dispositivos móviles a ordenadores personales.

- ❖ **DECT** (Telecomunicaciones Digitales Inalámbricas Mejoradas): El objetivo es facilitar las comunicaciones inalámbricas entre terminales telefónicas (teléfonos inalámbricos) la velocidad actual con la que trabaja es de 2 Mbps.
- ❖ **Infrarrojo**: La luz infrarroja es un tipo de radiación electromagnética invisible para el ojo humano.

Las ventajas que ofrecen las comunicaciones de infrarrojo es que no están reguladas, son de bajo coste e inmunes a interferencias de los sistemas de radio de alta frecuencia.

**Redes Inalámbricas de Área Local o Wlan (Wireless Local Area Network):** Se llaman redes inalámbricas de área local, a aquellas redes que tienen una cobertura de unos cientos de metros. Estas redes están pensando crear un entorno de red local entre ordenadores o terminales situadas en un mismo edificio o grupo de edificios.

En el mercado existen distintas tecnologías que dan respuestas a esta necesidad, entre estas se encuentran los siguientes:

- ❖ **Wi-Fi (Fidelidad Inalámbrica):** Es una conexión Inalámbrica que puede establecer una comunicación a una velocidad máxima de 11 Mbps alcanzando distancias de hasta varios cientos de metros.
- ❖ **HomeRF (Radio Frecuencia del hogar):** Esta se creó con el objetivo de desarrollar y promover un sistema de red inalámbrico para el hogar.

**Redes Inalámbricas de Área Metropolitana o WMan (Wireless Metropolitan Area Network):** Se llaman redes inalámbricas de área metropolitana a aquellas redes que tienen una cobertura desde unos cientos de metros hasta varios kilómetros. El objetivo es poder cubrir el área de una ciudad o entorno metropolitana.

Existen 2 protocolos dentro de redes inalámbricas de área metropolitana las cuales son:



- ❖ **LMDS:** Es una tecnología inalámbrica vía radio para comunicación entre puntos fijos. Esto quiere decir que no es una tecnología pensada para ser utilizada por terminales en movimientos. El rango de frecuencia utilizada varía entre 2 y 40 GHz dependiendo de la regulación del país en el que se utilice.
- ❖ **WiMax** (Interoperatividad mundial para accesos de microondas): El objetivo es promover el uso de las tecnologías IEEE 802.16a, estas tecnologías permiten crear redes inalámbricas metropolitana de banda ancha.

**Redes Globales:** Estas tienen la posibilidad de cubrir toda una región (país o grupo de países). Estas redes se basan en la tecnología celular y han aparecido como evolución de las redes de comunicación de voz.

Un ejemplo de ellas es GSM que es el envío o recepción de mensajes cortos de texto mediante el servicio SMS (servicios de mensajes cortos).

### 4.2.3 Ventajas que ofrecen las redes inalámbricas frente a las redes cableadas

**Movilidad:** La libertad de movimiento es uno de los beneficios más evidentes de las redes inalámbricas ya no es necesario estar atado a un cable para navegar por Internet, imprimir un documento, etc.

**Desplazamiento:** Con un ordenador portátil no sólo se puede acceder a Internet o a cualquier otro recurso de la red desde cualquier parte de la oficina o de la casa, sino que podemos desplazarnos sin perder la comunicación.

**Flexibilidad:** Las redes inalámbricas no sólo nos permiten estar conectados mientras nos desplazamos con un ordenador portátil, sino que también nos permite colocar un ordenador de sobremesa en cualquier lugar sin tener que hacer el más mínimo cambio en la configuración de la red.

**Ahorro de coste:** Diseñar e instalar una red cableada puede llegar a alcanzar un alto coste, no solamente económico sino en tiempo y molestia, en cambio al instalar una red inalámbrica nos ahorramos en primer lugar ahorrar costes al compartir recursos, acceso a Internet, impresora, etc.

**Escalabilidad:** Se le llama escalabilidad a la facilidad de expandir la red después de su instalación inicial.



Conectar un nuevo ordenador cuando se dispone de una red inalámbrica es algo tan sencilla como instalarle una tarjeta y listo, en cambio con las redes cableadas esto mismo requiere instalar un nuevo cableado o lo que es peor esperar hasta que el nuevo cableado quede instalado.

### 4.2.4 Desventajas o Inconvenientes

Evidentemente como todo en la vida, no todos son ventajas, las redes inalámbricas tienen algunos puntos negativos en su comparativa con las redes de cable.

Las principales Inconvenientes de las redes inalámbricas son las siguientes:

**Menor Ancho de Banda:** Las redes de cables actuales trabajan a 100 Mbps, mientras que las redes Inalámbricas Wi-Fi lo hacen a 54 Mbps.

**Mayor Inversión Inicial:** Para que la mayoría de las configuraciones de red local, el coste de los equipos de red Inalámbrica es superior al de los equipos de red cableada.

**Seguridad:** Las redes inalámbricas tienen la particularidad de no necesitar un medio físico para funcionar, esto fundamentalmente es una ventaja, pero se convierte en un inconveniente cuando pensamos que cualquier persona con un ordenador portátil sólo necesita estar dentro del área de cobertura de la red para poder intentar acceder a ella.

**Interferencias:** Las redes Inalámbricas funcionan usando el medio radio eléctrico en la banda de 2.4 GHz. Esta banda de frecuencia no requiere de licencia administrativa para ser utilizada por lo que muchos equipos de mercado, como teléfonos inalámbricos, microondas, etc., utilizan esta misma banda de frecuencia. Este hecho hace que no se tenga la garantía de que nuestro entorno radioeléctrico este completamente limpio para que nuestra red inalámbrica funcione a sus más altos movimientos.

**Incertidumbre Tecnológica:** La tecnología que actualmente se esta instalando y que ha adquirido una mayor popularidad es la conocida como Wi-Fi, sin embargo ya existen tecnologías que ofrecen una mayor velocidad de transmisión y unos mayores niveles de seguridad .Es posible que cuando se popularice esta nueva tecnología, se deje de comercializar la actual o simplemente se le deje de prestar tanto apoyo.



### 4.2.5 Análisis previo para la implementación de una red inalámbrica

El análisis previo supone simplemente definir, las necesidades, analizar el terreno, estudiar las posibles inconvenientes y calcular los recursos. El tener una idea clara de estos conceptos ayudará grandemente para obtener una red adecuada y eficaz.

#### 4.2.5.1 Alcance

Cuando nos decidimos a instalar una red inalámbrica, generalmente se parte de unas necesidades de cobertura. Pretendemos tener cobertura en toda la oficina, la casa, el entorno empresarial o el pueblo completo.

Quiere esto decir que unos de los factores importantes de las redes inalámbricas es la cobertura. La cobertura de la red depende tanto del alcance de los adaptadores de red, como de los puntos de acceso.

En nuestro entorno existen otros factores que pueden afectar a la cobertura, como son las interferencias (naturales o artificiales) o las pérdidas de propagación debido a los obstáculos.

#### 4.2.5.2 Interferencias

Una interferencia consiste en la presencia no deseada de señales radioeléctricas que interrumpen el normal funcionamiento del sistema.

Para evitar que una interferencia pueda cortar la comunicación, el equipo instalado debe de detectar la presencia de una señal de interferencia, para que este, entre automáticamente entre un periodo de espera. En la idea de que pasado dicho periodo habrá pasado la interferencia. Evidentemente esto hace que el servicio se degrade, pero no se interrumpe.

Sin embargo tenemos que tener en cuenta que estas interferencias se pueden evitar, situando el punto de acceso en otro lugar o sencillamente moviendo el terminal.



### 4.2.5.3 Pérdida de Propagación

Desde el momento que una señal de radio, sale del equipo transmisor empieza a perder potencia por el simple hecho de propagarse conforme aumenta la distancia, la pérdida de la señal se va aumentando. Esta pérdida de señal es mayor también, cuanto mayor es la frecuencia radioeléctrica a la que se emite. Por lo tanto, a mayor frecuencia menor es el alcance de la señal.

Otros de los factores que afectan a la propagación de la señal son los ecos producidos por el rebote de la señal en los obstáculos (árbol, pared, etc.). El rebote produce que la señal pueda tomar distintos caminos para llegar al receptor. Al final lo que el receptor recibe no es una única señal, sino una señal principal y una combinación de señales finales (ecos) que le llegan en distintos tiempos y con distintas potencias. A esto se le llama **Efecto Eco**, este efecto puede producir graves interferencias que llegan a degradar fuertemente la recepción de la señal.

### 4.2.5.4 Puntos de Acceso

Un punto de acceso no es más que una tarjeta de red inalámbrica conectada a una placa base dentro de una caja a la que el fabricante incorpora un firmware para dotarlo de ciertas funcionalidades

Dicho de otra manera un punto de acceso es el centro de las comunicaciones de las mayorías de las redes inalámbricas ya que son los encargados de recibir la información de las diferentes tarjetas de dichas redes, bien para su centralización y bien para su encaminamiento. Complementa a Hubs, Switches o Routers., sin bien los puntos de acceso pueden sustituir a los últimos, ya que muchos de ellos incorporan muchas de estas funcionalidades.

Finalmente un punto de acceso no sólo es el medio de comunicación de todas las terminales inalámbricas sino que también es el puente de conexión con la red fija de Internet.

Existen dos categorías de puntos de acceso:

1. **Punto de Acceso Profesional:** Diseñado par crear redes corporativas de tamaños medios o grandes. Estos suelen ser los más caros, pero incluye



mejores características, como son: Mejoras en la seguridad y una perfecta integración con los equipos.

2. **Punto de Acceso Económico** Dirigido a cubrir las necesidades de los usuarios de pequeñas oficinas o del hogar. Estos puntos de acceso ofrecen los mismos servicios que los anteriores con las mismas coberturas y las mismas velocidades. La diferencia se nota cuándo se dispone de un gran número de usuarios. En estos casos el punto de acceso profesional ofrece mejores resultados

Uno de los objetivos principales de los puntos de acceso es comunicarse con los terminales vía radio.

### 4.2.5.4.1 Radios

Unos de los equipos indispensables para dar soporte a la instalación de una red inalámbrica son los radios. Los radios son una tecnología que posibilita la transmisión de señales mediante la modulación de ondas electromagnéticas. Estas ondas pueden propagarse tanto a través del aire como del espacio vacío y no requiere de un medio de transporte.

Actualmente los radios toman muchas otras formas, incluyendo redes inalámbricas, comunicaciones móviles de todo tipo así como la radio difusión.

A la hora de seleccionar no hay que fijarse excesivamente en el nombre del tipo de radio sino de las características que ellos disponen. Cabe aclarar que existen infinidad de marcas de radios, es por tal razón que en nuestro proyecto mencionamos algunos de ellos:

#### **Marca: Airmux 200**

Es una nueva propuesta para conexiones móviles e inalámbricas basadas en tecnología de próxima generación que optimizan la performance de las comunicaciones de PyMEs, Cooperativas, Operadoras y Proveedoras de servicios, reduciendo significativamente los costos y ofreciendo una mayor velocidad, alcance y ancho de banda, sobre la infraestructura existente.



### Características:

- Fácil y rápida instalación.
- Soporta un ancho de banda de hasta 48 Mbps, produciendo un rendimiento en Full Duplex de hasta 18 Mbps para tráfico de usuario. Así mismo, el alcance máximo del producto es 80 Km., mientras que el rendimiento es función de la distancia.
- Opera sobre la banda de 5,725–5,850 GHz, 5,250–5,350 GHz y 2,4 GHz.
- Ofrece soluciones, para el rápido despliegue de servicios de voz y datos en sitios sin infraestructura cableada disponible.
- Provee conectividad punto a punto de redes E1/T1 sobre un enlace inalámbrico.
- Es un sistema compresor de voz único, que permite la transmisión del tráfico de voz comprimido sobre redes TDM ó IP, con una capacidad máxima de compresión de 16 enlaces E1, que garantiza la calidad de voz y el consumo eficiente de ancho de banda.
- Ofrece Encriptamiento AES 128.



### Marca: Cisco System

Ofrece la línea más completa de soluciones para el transporte de datos, de voz y de audio. Además ofrece configuración e instalación rápida en cualquier momento y en cualquier lugar.



### Características:

**Desempeño:** 11/54Mbps

**Acceso al medio:** DSSS, OFDM.

**Frecuencia:** 2.4 y 5 GHz.

**Alcance:** Hasta 30Km (con amplificadores)

**Antena** Omni, sectorial, yagui etc.

**Amplificadores:** RF de 20 dBm

### Dentro del Cisco existen diferentes productos:

Aironet 1100      802.11g Wireless Access Point, 2.4 GHz, 11/54Mbps

Aironet 1200      802.11ag Wireless Access Point, 2.4 & 5 GHz, 11/54 Mbps

Aironet 1300      802.11g Wireless Access Point + Bridge, 11/54Mbps



Aironet 802.11a Outdoor Bridge, 5.8 GHz, 54Mbps  
1400

### **Marca: Tsunami Quick Bridge.**

Ofrece soluciones inalámbricas que satisface la creciente demanda de interconectividad de red de alta velocidad. Ofrece flexibilidad, confiabilidad con las redes existente, la fácil instalación lo convierte en la solución ideal para toda extensión de red de área extensa.

El Tsunami Quick Bridge incluye todo lo necesario para conectar dos edificios en minuto, así como también para enlaces profesionales con alto rendimiento entre puntos de redes distante haciéndolo una alternativa más redituales en costos.



### **Características:**

- Trabaja en la Banda libre ISM de 5.8 GHz.
- Conectividad de hasta 18Mbps
- Conexión altamente confiable (99.99%) libres de interferencias.
- Conecta sitios distantes hasta 10 Km.
- Trabaja bajo el Standard 802.11b.
- Protocolo de comunicación Ethernet y FAST Ethernet.
- Este puede establecer comunicación confiable tanto de voz como de datos.



### 4.2.5.5 Frecuencia

Antes de abordar el concepto de frecuencias necesitamos conocer algunos conceptos básicos relacionados a este término como lo son:

**Espectro Electromagnético:** Es un conjunto de radiaciones de origen electromagnético que se desplaza a la velocidad de la luz. En orden de frecuencia creciente o longitud de ondas decrecientes; Además se refiere a un mapa de los diferentes tipos de energía de radiación y sus correspondientes longitudes de onda.

Las ondas electromagnéticas cubren una alta gama de frecuencia o longitudes de ondas y puede clasificarse según su principal fuente de generación.

Este cuenta con los siguientes tipos de radiaciones:

**Ondas de radio:** Se usan en los sistemas de radios y TV y se generan mediante circuito u oscilante. Son especialmente útiles porque en esta pequeña región del espectro las señales producidas pueden penetrar las nubes, las nieblas y las paredes.

Están son las frecuencias que se usan para las comunicaciones vía satélites y entre telefonías móviles.

**Microondas:** Se usan el radar y otro sistema de comunicación, así como el análisis de detalles muy finos de estructura atómica y molecular, se generan mediante dispositivo electrónico.

**Infrarrojo:** El nombre de infrarrojo significa por debajo del rojo, proviene precisamente de que su frecuencia esta justo por debajo de la luz roja. El rojo es el color de longitud de ondas más largas de luz visible comprendida entre 700 nanómetros y un milímetro.

Los infrarrojos están asociados al calor debido a que la temperatura normal de los objetos emite espontáneamente radiaciones en el rango de los infrarrojos.

**Luz visible:** Es una pequeña región del espectro electromagnético cuyas ondas electromagnéticas tienen una longitud de ondas.



Esta pequeña región del espectro, es la energía que percibe el ojo humano y la que nos permite ver los objetos, es una región muy estrecha, pero la más importante ya que nuestra retina es muy sensible a las radiaciones de estas frecuencias.

**Radiaciones Ultravioleta:** Es el componente principal de la radiación solar. Los átomos y moléculas sometidos a descargas eléctricas producen este tipo de radiación.

La energía de esta radiación es el orden de la energía de activación de muchas reacciones químicas.

**Rayos X:** Son unas radiaciones invisibles capaces de atravesar cuerpos opacos y de impresionar las películas fotográficas. Son radiaciones electromagnéticas de la misma naturaleza que las ondas de radios, los microondas, los infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioletas y los rayos gamma.

**Radio Gamma:** Se produce en los procesos nucleares, es también un componente de radiación cósmica, se utilizan para destruir células cancerosas, pero son también peligrosas para los tejidos sanos ya que se requiere de una buena protección.

Otro aspecto importante para el desarrollo de una tecnología es el término de **Radio Frecuencia** que es un término que se refiere a la corriente alterna (AC) con características tales que, si ésta es alimentada a una antena, se genera un campo electromagnético adecuado para transmisión de datos de modo inalámbrico.

En cada país existe un organismo que se encarga de regular el uso de las bandas de frecuencia.

Dicha frecuencia asegura que cada servicio lo pueda hacer con las mejores garantías y sin que existan interferencias entre ellos. Por este motivo las mayorías de las bandas de frecuencia no pueden ser utilizadas a menos que dispongan de una licencia a esta se le llama Frecuencia Regulada como ejemplo tenemos: telefonía Móvil, emisoras de radio o de televisión.

Sin embargo existen bandas de frecuencias para la que no se necesita licencia de uso, este es el caso de la banda 2.4 Ghz y de 5.735 Ghz (Frecuencia no Regulada).

El hecho de que no se necesite licencia para el uso de estas frecuencias ha favorecido tremendamente la implementación de la tecnología inalámbrica.

Dicha frecuencias cubren las siguientes bandas del espectro:



## Interconexión de redes inalámbricas



Nombre	Abreviatura	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de Onda	Uso típico
			Inferiores a 3 Hz	>100000 Km.	
<b>Extra baja frecuencia</b>	ELF	1	3-300 Hz	100000 Km.-1000 Km. (100 Mm.-1 Mm.)	
<b>Ultra baja frecuencia</b>	ULF	2	300-3000 Hz	10000-100 Km.	
<b>Muy baja frecuencia</b>	VLF	3	3-30 KHz	100 Km.-10 Km.	
<b>Baja frecuencia</b>	LF	4	30-300 Khz.	10km-1km	Enlace de radio y ayuda a la navegación
<b>Media frecuencia</b>	MF	5	300-3000 Khz	1km-100m	Radio difusión
<b>Alta frecuencia</b>	HF	6	3-30 Mhz	100m-10m	Comunicación a media y larga distancia
<b>Muy alta frecuencia</b>	VHF	7	30-300Mhz	10-1m	Enlace corto distancia, TV, Fm



## Interconexión de redes inalámbricas



<b>Ultra alta frecuencia</b>	UHF	8	300-3000Mhz	1m-100mm	Enlace de radio, radar, TV
<b>Súper Alta frecuencia</b>	SHF	9	3-30 Ghz	100mm-10mm	Radar, enlace de radio
<b>Extra alta frecuencia</b>	EHF	10	30-300Ghz	10mm-1mm	Radar y enlace
				Sobre 300Ghz	< 1mm

**Nota:** Por encima de 300GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a frecuencia más alta de radiación electromagnética hasta que vuelve de nuevo hacer transparente en los denominados de frecuencias.

Esta división del espectro de frecuencia fue establecida por el consejo internacional de las comunicaciones de radio en el año 1953.

Finalmente con las tecnologías de radio frecuencia se pueden crear de manera sencilla y segura redes inalámbricas para transmitir información incluso de un edificio a otro, de hecho, muchas compañías ya las utilizan para agilizar sus procesos y eliminar las limitaciones y el peligro que representa el uso de cables en actividades industriales.



### 5. METODOLOGIA DE TRABAJO

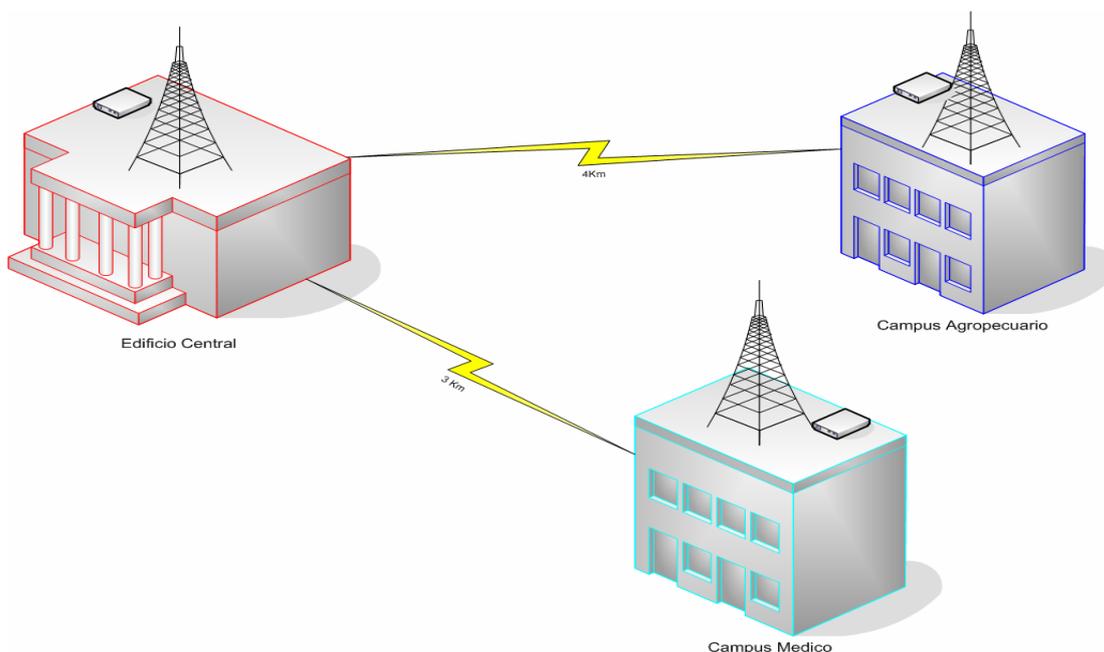
Para realizar dicho trabajo se requirió que nosotros tuviéramos un plan o una guía para poder seguir paso a paso los elementos necesarios que nos pudieran ayudar a concluir dicho trabajo, para eso hemos considerado:

#### 5.1 Análisis

Consistió en comprender que es lo que se quiere realizar y para ello se necesitó de varias técnicas, las cuales son:

- \* Recopilación de Información: Internet,
- \* Entrevistas a algunas personas entre ellas al director de la división TIC (tecnología de la información y comunicación); Responsable del nodo central, informáticos de los tres puntos (Edificio Central, Campus Médico y Campus Agropecuario).
- \* Conocer el estado actual de la red

**La red actual** presenta las siguientes características que se pueden apreciar en el siguiente diseño físico.



Esta diseñada por diferentes conexiones entre las cuales tenemos:



- ❖ La conexión entre el Campus Médico y el Edificio Central, se encuentra a una distancia de 3 Km., ésta cuenta con una red de voz y de datos.

En la **red de datos** se brinda servicios de sistema financiero automatizados, servicios Internet, servicios académico de prematricula y matricula, sistema de biblioteca. etc.

La **red de voz**: En ella se brindan servicios de telefonía digital y correo de Voz.

En el apartado de Anexo 2, plano1 se presenta el mástil del Edificio Central que contiene 3 antenas de rejillas, de las cuales 2 van dirigida al Campus Médico y la otra al Campus Agropecuario.

En el plano 2 se muestra el mástil del Campus Medico que contiene 2 antenas de rejillas, estas van dirigida al Edificio Central.

- ❖ La conexión del Campus Agropecuario con el Edificio Central, se encuentra a una distancia de 4 Km., ésta conexión solo tiene un tipo de red que es la de datos.

En el plano 3 se muestra el mástil del Campus Agropecuario que solamente contiene una antena de rejilla que va dirigida al Edificio Central.

Además de estas características es importante conocer las medidas reales entre los distintos puntos para poder realizar cálculos que nos ayudarán a predecir resultado. A continuación se presenta las características que poseen cada una de ellas.

### Edificio Central

**Distancia:** 3Km hacia el Campus Medico y 4Km al Campus Agropecuario.

**Altura:** Tanto el edificio como el mástil tienen 50 pies.

**Tipo de Antena:** Direccional, punto a punto de 2.4Mbps y 11Mbps.

**Cantidad de Maquinas:** 350 están conectadas a la red.

**Longitud del cable de la antena hacia el radio:** 30 Mts

**Tipo de Enlace:** Speed Spectrom 2.4-5.7 GHz (Frecuencia no Regulada)

**Comunicación que ofrece:** Voz y Datos.



### Campus Médico

**Distancia:** 3Km hacia el Edificio Central y 2.5Km al Campus Agropecuario.

**Altura del Edificio:** 30 pies.

**Altura del Mástil:** 70 pies.

**Tipo de Antena:** Direccional, punto a punto de 11Mbps.

**Cantidad de Maquinas:** 370 de las cuales 270 están conectadas a la red.

**Longitud del cable de la antena hacia el radio:** 40 Mts

**Tipo de Enlace:** Multipoint 802.11b

**Comunicación que ofrece:** Voz y Datos.

### Campus Agropecuario

**Distancia:** 4 Km. hacia el Edificio Central y 2.5 Km. al Campus Medico.

**Altura del Mástil:** 80 pies.

**Tipo de Antena:** Direccional, punto a punto de 2.4 Mbps.

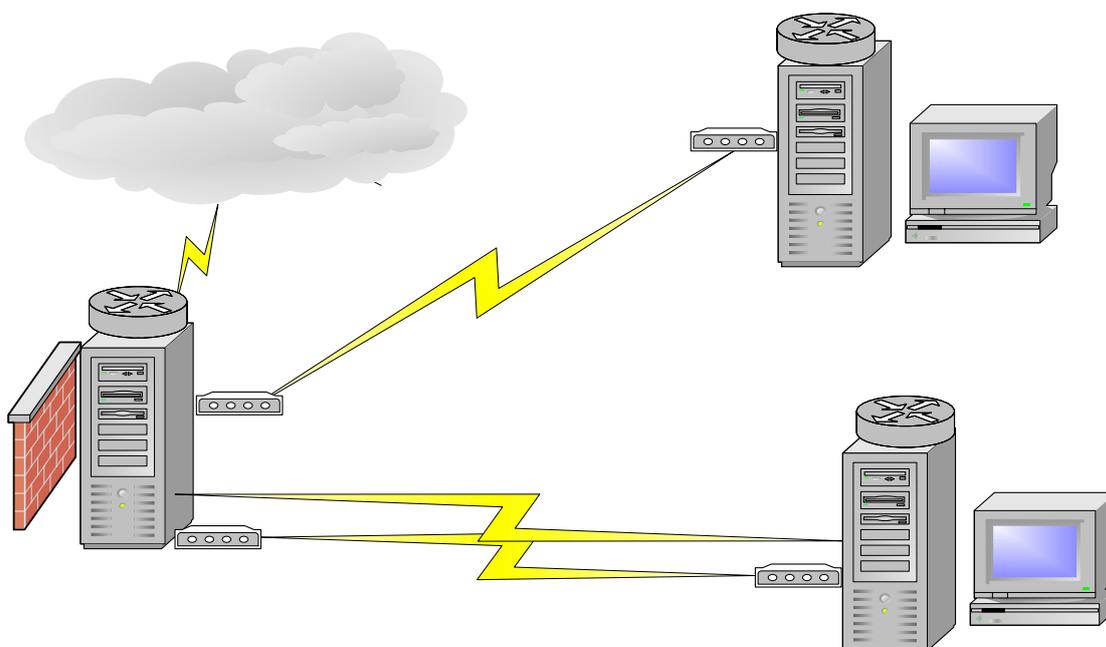
**Cantidad de Maquinas:** 45 conectadas a la red.

**Longitud del cable de la antena hacia el radio:** 35Mts

**Tipo de Enlace:** Speed Spectrom

**Comunicación que ofrece:** Datos

Para tener una idea más clara de la conexión interna que presenta la red Actual presentamos el siguiente diseño lógico:





El enrutador principal en esta conexión se encuentra en el Edificio Central, éste trabaja como router, firewall y DHCP (Protocolo de configuración dinámica del host) es el encargado de establecer la conexión a Internet para dichos puntos, igualmente las facultades involucradas a esta conexión disponen de un servidor central que trabajan como enrutadores para establecer conexiones internas.

**En el enlace del Edificio Central con el Campus Médico,** el equipo que utiliza para la red de datos es un radio MODEM (Aironet), trabaja con una frecuencia de 2.4-5.7 Ghz, es un tipo de banda Speed Spectrom. La velocidad que tiene es de 11 Mbps.

El equipo que utiliza para la red de voz es una Microondas, trabaja con una frecuencia de 2.4 – 5.7 Ghz, es un tipo de banda Speed Spectrom. La velocidad que tiene es de 2.4 Mbps.

El costo del enlace de datos fue de \$ 6.000 (seis mil dólares), este incluye todos los materiales necesarios para poder establecerlo (radios, antenas, cables, conectores) trabaja bajo una frecuencia no Regulada. El costo del enlace de voz fue de \$15.000 (quince mil dólares).

**En el enlace del Edificio Central con el Campus Agropecuario,** este equipo es una microondas, es privada y con un ancho de banda de 15Ghz. La velocidad que tiene es de 2.4Mbps.

El costo de este enlace fue de \$ 19.000 (Diecinueve mil dólares), este incluye todos los materiales necesarios para poder establecer el enlace (radios, antenas, cables, conectores) trabaja bajo una frecuencia Regulada.

Esta conexión tuvo un costo total de \$40.000 (Cuarenta mil dólares), con la implementación del diseño propuesto se obtendrá también una reducción considerable de costo.

Una vez conocida las características de la red actual encontramos las siguientes problemáticas que la red actual presenta como son:

- ❖ El tiempo de reparación de enlace esta entre 24 a 48Hrs. (enlace de radio y Microondas).
- ❖ Dependencia técnica total de empresas instaladoras
- ❖ Inexistencia de Stock de repuestos menores (cable, conectores, etc.).



- ❖ Inexistencia de herramientas de reparación, mantenimiento y equipos de pruebas.

### 5.2 Especificación de Requisitos

## INTRODUCCIÓN

### Propósito

Utilizar un Backbone con tecnología inalámbrica para establecer una conexión entre el **Edificio Central, Campus Medico y Campus Agropecuario.**

### Alcance

Este proyecto se conocerá con el nombre de: “Interconexión de redes entre Campus Medico, Campus Agropecuario y Edificio Central, a través de un Backbone con tecnología inalámbrica (Radio Enlace de frecuencia no regulada)”.

El objetivo de este proyecto es diseñar un enlace entre los tres puntos antes mencionado a través de una conexión punto a punto. Dado que la ubicación física de éstos distan varios kilómetros entre sí, hemos elegido la tecnología 802.11g dado su bajo coste y alto rendimiento. Con la tecnología 802.11g se pueden alcanzar una velocidad de hasta 54 Mbps.

Con este diseño a la hora de ser implementado garantizará una redundancia de conectividad.

Cabe aclarar que entre el Campus Medico y el Campus Agropecuario no existe una conexión.

## DESCRIPCION GENERAL

### Funciones del Proyecto

1. Garantizar que la comunicación sea eficiente y estable en diferentes Facultades.
2. Ofrecer un mejor ancho de banda en dichas conexiones.



3. Disminuir los gastos de mantenimiento y garantizar la seguridad entre ellos.

### Características del usuario

Los usuarios finales sean todas aquellas personas que tengan la necesidad de hacer uso de la red.

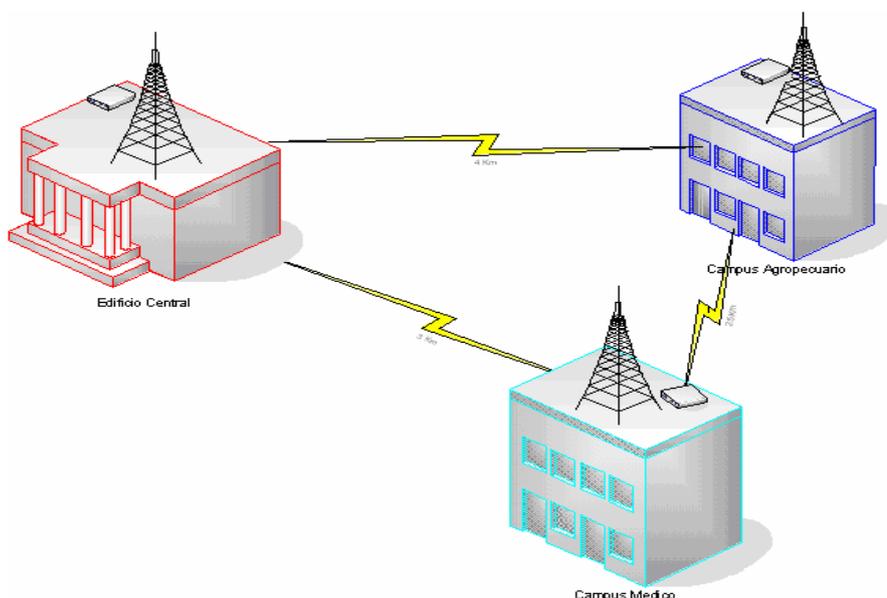
### Restricciones Generales

Cabe señalar que el diseño propuesto puede mejorar, esto en dependencia de las necesidades que surjan.

### 5.3 Diseño

#### 5.3.1 Diseño físico propuesto

Debido a que la red actual presenta diversos problemas y viendo la necesidad de tener una comunicación eficiente, el diseño que nosotros le proponemos tiene las siguientes características. Lo cual lo podemos apreciar en el plano siguiente:





## Interconexión de redes inalámbricas



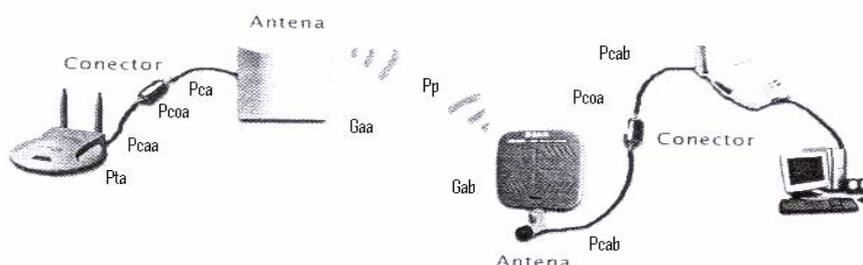
Habrán diferentes conexiones:

- ❖ Conexión entre el Edificio Central con el campus Agropecuario.
- ❖ Conexión entre el Campus Agropecuario con el Campus Médicos.
- ❖ Conexión entre Campus Médico con el Edificio Central.

Todo con el fin de tener redundancia y garantizar una comunicación fiable.

Dichas conexiones tendrán las características físicas que la red actual presenta, a diferencia de sus velocidades que serán de 48Mbps, el tipo de comunicación que ofrecerá es de voz y datos, bajo frecuencia no regulada

En cada facultad debe existir un esquema de conectividad como el siguiente, para poder llevar a cabo el enlace.



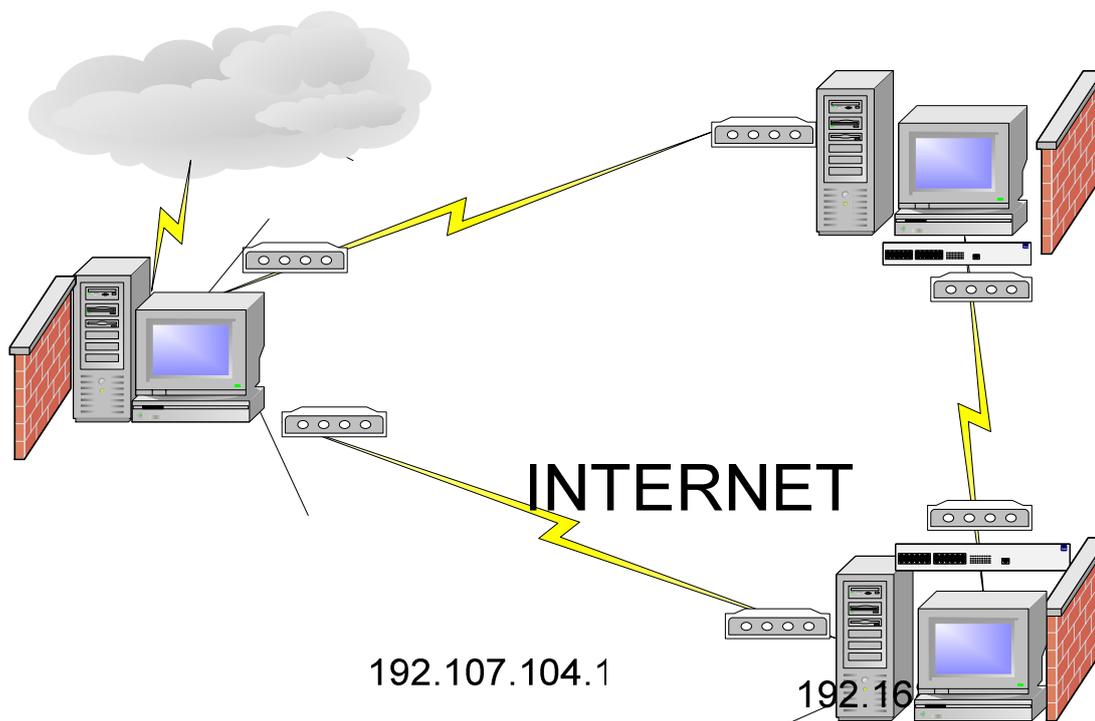
Es importante conocer que en cada facultad deben de existir los siguientes elementos de conectividad como son: Punto de Acceso, Conectores, Cables y antena. Visto físicamente se muestra a continuación:





## 5.3.2 Diseño lógico

Para tener una idea más clara de la conexión interna presentamos el siguiente diseño:



Radio Airmux 200

El enrutador principal de esta conexión se encontrará en el Edificio Central, éste trabaja como router, firewall y DHCP (Protocolo de configuración dinámica del host). Cabe aclarar que éste enrutador tiene Radio Airmux 200s direcciones IP de cada red, además es el encargado de establecer la conexión a Internet para dichos puntos, las facultades involucradas en esta conexión dispondrán de un servidor central que trabajaran como enrutadores para establecer conexiones internas.

FireWall

**En el enlace del Edificio Central con el Campus Médico**, el equipo que utilizará para la red de datos es un radio MODEM (Airmux 200) trabaja con una frecuencia de 2.4-5.7 Ghz, es un tipo de banda Speed Spectrom. La velocidad que tendrá es de 48 Mbps.

El equipo que utiliza para la red de voz es una Microondas, trabaja con una frecuencia de 2.4 – 5.7 Ghz, es un tipo de banda Speed Spectrom. La velocidad que tiene es de 2.4 Mbps.

Cabe aclarar que si la red de voz se daña no habrá ningún problema debido a que el radio propuesto soporta datos y voz.



El costo de este enlace es de \$ 5.000 (Cinco mil dólares), este incluye todos los materiales necesarios para poder establecerlo (radios, antenas, cables, conectores) trabaja bajo una frecuencia no Regulada.

**En el enlace del Edificio Central con el Campus Agropecuario**, el equipo que utilizará para la red es un radio MODEM (Airmux 200), trabaja con una frecuencia de 2.4-5.7 Ghz, es un tipo de banda Speed Spectrom. La velocidad que tendrá es de 48 Mbps.

El costo de este enlace es de \$ 5.000 (Cinco mil dólares), este incluye todos los materiales necesarios para poder establecerlo (radios, antenas, cables, conectores) trabaja bajo una frecuencia no Regulada.

**En el enlace del Campus Médico con el Campus Agropecuario** el equipo que utiliza para la red es un radio MODEM (Airmux 200), trabaja con una frecuencia de 2.4-5.7 Ghz, es un tipo de banda Speed Spectrom. La velocidad que tendrá es de 48 Mbps.

Para establecer este enlace además de radios, se utilizaran switches administrables que regularan el flujo de datos de forma automática, de ésta manera ayudarán a obtener la administración de la redundancia en caso de que en algunos de los enlaces ocurra algún fallo. Estos switches trabajan en capa 2 y 3, ellos deciden de forma inteligente en que capa van a trabajar, esto en dependencia del estado en que se encuentre la red.

Dicho de otra manera estos trabajaran en capa 2 cuando la red se encuentra en un buen estado y en capa 3 cuando unos de los enlaces se dañan. Ellos buscaran la ruta a seguir para poder llevar a cabo la comunicación.

El costo de este enlace es de \$ 5.600 (Cinco mil seiscientos dólares), este incluye todos los materiales necesarios para poder establecerlo (radios, antenas, cables, conectores, switches) trabaja bajo una frecuencia no Regulada.

Esta conexión tiene un costo total de \$15.600 (Quince mil seiscientos dólares), con esto comprobamos que nuestro diseño a la hora de ser implementado obtendrá una reducción de costo.

Para dar un seguimiento más conciso a nuestro diseño presentamos una tabla de encaminamiento que especifica las rutas a seguir para llegar a un determinado destino (Ver Anexo 4).



### 5.4 Montaje de un enlace Wireless de larga distancia

#### 5.4.1 Materiales Necesarios

Para establecer el enlace se tiene que elegir:

- ❖ 3 PC'S
  - \* Enrutador Principal 192.107.104.1
  - \* Servidor Campus Medico 192.168.71.250
  - \* Servidor Campus Agropecuario 192.168.57.148
- ❖ 6 Tarjetas Wireless 802.11g con conector de antenas externas.
- ❖ 6 “Pigtails” o latiguillo conversor de tipo de conectores.
- ❖ Cable 210 m y 12 conectores N, 2 por cada cable.
- ❖ 6 Antenas.

#### 5.4.2 Factores Condicionantes

Presentamos algunos factores que van a condicionar y determinar el funcionamiento y el rendimiento del enlace, como son:

- Potencia de transmisión de las tarjetas
- Calidad de los conectores
- Longitud y calidad del pigtail
- Longitud y calidad del cable
- Ganancias y tipos de antenas
- Distancias entre antenas
- Zona de Fresnel
- Condiciones del terreno y metereológicas



### 5.4.2.1 Potencia de transmisión de las tarjetas

Según la potencia de transmisión de las tarjetas, podemos clasificarlas en tres tipos generales:

- 30 mW de potencia de transmisión (aprox. 15 dB)
- 50 mW de potencia de transmisión (aprox. 17 dB)
- 100 mW de potencia de transmisión (aprox. 20 dB)

Cuanto mayor sea la potencia de transmisión, mayor será el alcance del enlace, siempre teniendo en cuenta los demás factores condicionantes.

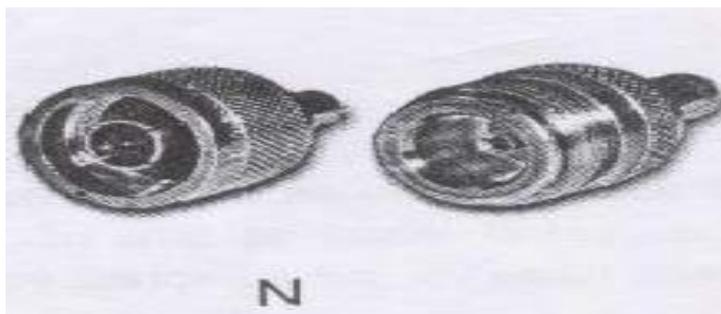
### 5.4.2.2 Calidad de los conectores

La utilización de los conectores parece muy sencilla, pero todo se complica por el hecho de que no existe una regulación que especifique como deben de ser los conectores. Esto trae consigo que existan muchos modelos distintos de conectores, algunos muy extendidos y otros específicos de un fabricante.

El hecho se agrava si tenemos en cuenta que el tipo de conector de la antena suele ser distinto del tipo del conector del equipo.

**Los tipos de conectores más comunes son los siguientes:**

**N (Navy):** Es el conector más habitual en las antenas de 2.4 GHz. Trabaja bien con frecuencias de hasta 10 GHz. Es un conector de tipo rosca. Estos conectores tienen un tamaño apreciable y a veces se confunden con los conectores UHF. La gran diferencia es que estos últimos no son aptos para la frecuencia de 2.4 GHz.





**BNC (Conector tipo bayoneta de la marina):** Es un conector barato utilizado en las redes Ethernet del tipo 10Base2. Es un tipo de conector muy común, pero poco apto para trabajar en la frecuencia de 2.4 GHZ.



**TNC (Conector BNC roscado):** Es una versión roscada del conector BNC. Este tipo de conector es apto para frecuencia de 12 GHZ.



**SMA (Conector Subminiatura):** Son unos conectores muy pequeños, van roscados y trabajan adecuadamente con frecuencia de hasta 18 GHZ.





**APC-7 (Conector anphenol de precisión):** Se trata de un conector de muy poca pérdida y muy caro. Tiene la particularidad de que no tiene sexo.

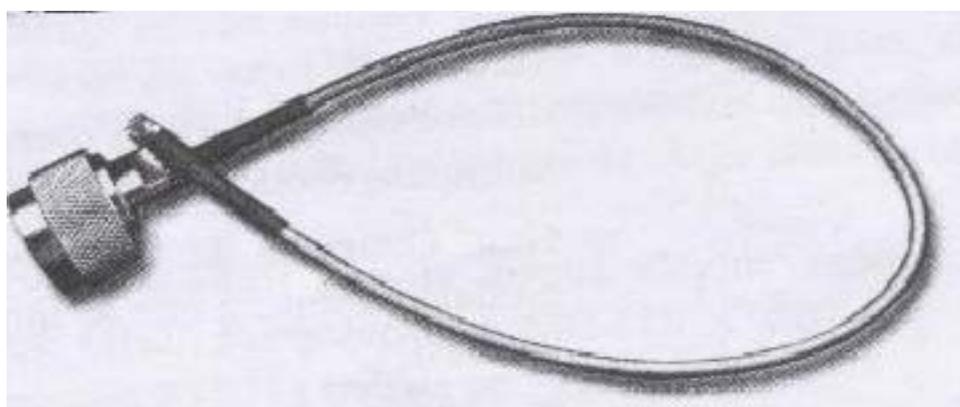


Debemos ser cuidadosos a la hora de realizar las conexiones, crimpados y soldaduras de los conectores. Es preferible gastar algo más de dinero en conectores y herramientas de calidad y ganar en estabilidad del enlace y evitar pérdidas de señal.

### 5.4.2.3 Longitud y calidad del pigtail

El pigtail es un latiguillo de cable que en un extremo tiene un tipo de conector que irá conectado a la tarjeta (el tipo de conector depende del modelo de la tarjeta) y en el otro extremo tiene un conector al cual conectaremos el cable. Este conector suele ser de tipo N.

Cuanto más corto y de más calidad sea el pigtail, menor será la pérdida de señal. El pigtail podemos comprarlo hecho o bien hacernos uno a medida. Se aconseja que en ningún caso el pigtail supere los 2 metros de longitud, si bien unos 20cm pueden ser suficientes.





### 5.4.2.4 Longitud y calidad del cable

El cable es uno de los factores más importantes a la hora de elegir el tipo de montaje que vamos a realizar. El cable deberá recorrer desde la antena (colocada habitualmente en el exterior del edificio y en el punto más alto de este) hasta la ubicación del PC (normalmente dentro del edificio).

Debemos tener en cuenta:

- Cuanto más largo sea el cable, mayor será la pérdida de señal
- La calidad del cable afecta a la pérdida de señal / metro. Podríamos decir que:

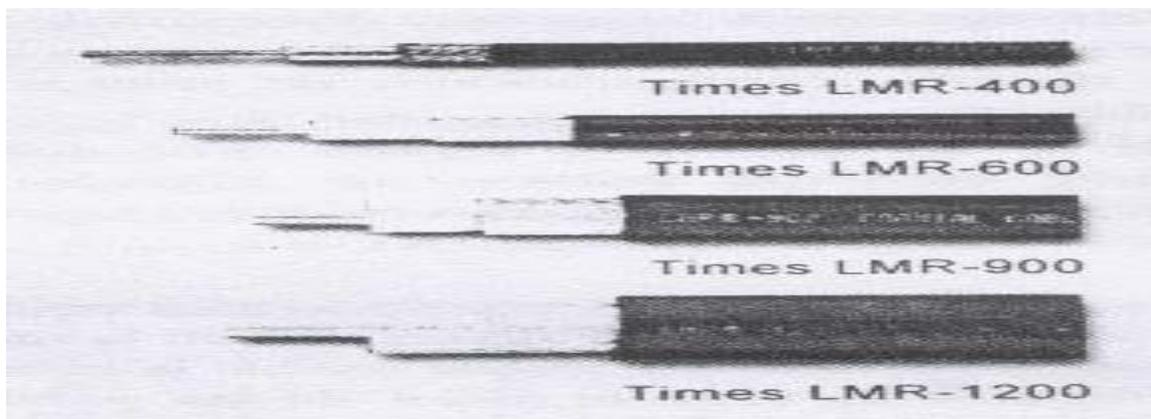
**Cable de menor pérdida = cable más grueso y rígido = cable más caro**

No existe longitud máxima para el cable, pero a mayor longitud, mayor pérdida.

A continuación, una pequeña tabla que muestra la relación entre modelos de cable LMR y pérdida de señal / metro longitudinal.

#### Modelos de Cable LMR

Cable	LMR 200	LMR 240	LMR 400	LMR 600	LMR 900	LMR 1200	LMR 1700
<b>Perdida dB/100m</b>							
<b>2.4 GHz</b>	54.2	41.5	21.7	14.2	9.58	7.27	5.51
<b>5.3 GHz</b>	82.4	63.6	33.7	22.6	15.1	11.7	
<b>5.5 GHz</b>	84	64.9	34.4	23	15.5		
<b>5.8 GHz</b>	86.5	66.8	35.5	23.8	16		



### 5.4.2.5 Ganancias y tipos de antenas

Las Antenas son muy importantes a la hora de realizar un montaje es por eso que se eligen de acuerdo al enlace que se desea

En la fórmula que veremos más tarde, veremos que la ganancia de las antenas determina la calidad final del enlace, así como el tipo de antena elegida. Podríamos clasificarlas en:

- **Unidireccionales:** El haz de rayos se emite en una sola dirección
- **Omnidireccionales:** El haz de rayos se emite en todas direcciones
- **Sectoriales:** El haz de rayos se emite en un ángulo determinado

Como en nuestro trabajo utilizamos antenas unidireccionales mencionaremos algunas:

- **Yagi:** Es una antena direccional con una apertura de haz de entre 15 y 60 grados. Su ganancia varía entre los 6 y los 21 dBi. Estas antenas suelen venir montadas en el interior de una cobertura cilíndrica.
- **Parabólica:** Es una antena que tiene forma de disco cóncavo con que se consigue unos haces muy direccionales. Es muy útil para comunicaciones punto a punto y se puede conseguir ganancias de hasta 27 dBi. En el mercado existen distintas configuraciones de antena parabólica: redondas, mayada, cuadradas, etc.
- **Helicoidal:** Es una antena similar a la antena Yagi



### Como deben de estar situadas las antenas

Las antenas en nuestro proyecto juegan un papel importante, por tal razón estas deben de presentar las siguientes características

- Las antenas tienen una visibilidad directa entre sí.
- Las antenas están ubicadas cerca del eje del edificio, no en los extremos de éste.
- La zona donde se encuentra es resistente.
- Están bien afianzada de manera que no se mueva con el viento.
- La instalación tiene una buena toma de tierra.

Ya que el enlace que pretendemos realizar es entre tres puntos, utilizaremos seis antenas unidireccionales, dos antenas en cada punto dirigidas cada una de ellas hacia los demás enlaces.

#### 5.4.2.6 Distancia entre Antenas

La distancia entre antenas puede calcularse en caso de conocer el resto de factores determinantes. En nuestro caso, conocemos la distancia que queremos cubrir, adaptando entonces el resto de materiales a la distancia.

Cuanto mayor sea la distancia entre antenas, obviamente mayor será la pérdida de señal. La distancia máxima puede variar desde varios metros hasta decenas o cientos de kilómetros. Es altamente recomendado que haya una línea de visión directa entre las antenas.

Podemos calcular la pérdida de señal por propagación entre antenas con la siguiente fórmula:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log} (d)$$

$P_p$  = Pérdida por propagación en dB

$d$  = Distancia en metros entre las antenas.

#### Ejemplo con datos reales:

##### Edificio Central con el Campus Medico

$d=3\text{Km}$

$$P_p = 40 + 20 * \text{Log} (3000) = 109.5\text{dB}$$



### **Edificio Central con el Campus agropecuario**

$d=4\text{Km}$

$$P_p = 40 + 20 * \text{Log} (4000) = 112.04\text{dB}$$

### **Campus Medico con el Campus Agropecuario**

$d=2.5\text{Km}$

$$P_p = 40 + 20 * \text{Log} (2500) = 107.94\text{dB}$$

Antes de montar el enlace tenemos que disponer de datos concretos (longitud necesaria del cable, distancia exacta entre edificios, etc....) para poder predecir resultados. Para poder elegir el tipo de cable lo hacemos mediante los siguientes cálculos:

### **DATOS GENERALES:**

Existen dos antenas en cada punto

#### **Edificio Central:**

- ❖ Antena dirigida hacia el Campus Medico: A1
- ❖ Antena dirigida hacia el Campus Agropecuario: A2
- ❖ Cable de la Antena A1: CA1
- ❖ Cable de la Antena A2: CA2
- ❖ Potencia tarjeta A

#### **Campus Medico:**

- ❖ Antena dirigida hacia el Edificio Central: B1
- ❖ Antena dirigida hacia el Campus Agropecuario: B2
- ❖ Cable de la Antena B1: CB1
- ❖ Cable de la Antena B2: CB2
- ❖ Potencia tarjeta B

#### **Campus Agropecuario:**

- ❖ Antena dirigida hacia el Edificio Central: C1
- ❖ Antena dirigida hacia el Campus Medico: C2
- ❖ Cable de la Antena C1: CC1
- ❖ Cable de la Antena C2: CC2
- ❖ Potencia tarjeta C



Para una velocidad de 11Mbps

**DATOS DEL EDIFICIO CENTRAL CON EL CAMPUS MEDICO:**

Distancia entre antenas: 3Km aprox.

Longitud cable CA1: 30m aprox.

Longitud cable CB1: 40m aprox.

Potencia tarjeta A: 15dBi

Potencia tarjeta B: 15dBi

Pérdida conectores A1: 2 dB aprox.

Pérdida conectores B2: 2 dB aprox.

Ganancia antena A1: ?

Ganancia antena B1: ?

Nivel de recepción de señal mínimo para 11Mbps: -72dBm

Calculamos la pérdida por propagación en los 3Km:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log} (3000) = 109\text{dB}$$

Aplicando la formula:

$$15 - 2 - (30 \cdot \text{atenuación}) + \text{gananciaA1} - 109 + \text{gananciaB1} - (40 \cdot \text{atenuación}) - 2 > -72$$

$$-98 + \text{gananciaA1} + \text{gananciaB1} - (70 \cdot \text{atenuación}) > -72$$

$$\text{gananciaA1} + \text{gananciaB1} - (70 \cdot \text{atenuación}) > -72 + 98$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 26$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot 0.542) > 26$$

$$2\text{ganancia} - 37.94 > 26$$

$$2\text{ganancia} > 26 + 37.94$$

$$2\text{ganancia} > 63.94$$

$$\text{Ganancia} > 63.94/2$$

**Ganancia > 31dB, utilizando un cable LMR200**

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 26$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot 0.217) > 26$$

$$2\text{ganancia} - 15.19 > 26$$

$$2\text{ganancia} > 26 + 15.19$$

$$2\text{ganancia} > 41.19$$

$$\text{Ganancia} > 41.19/2$$

**Ganancia > 20.59dB, utilizando un cable LMR400**



$$2\text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 26$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot 0.142) > 26$$

$$2\text{ganancia} - 9.94 > 26$$

$$2\text{ganancia} > 26 + 9.94$$

$$2\text{ganancia} > 35.94$$

$$\text{Ganancia} > 35.94/2$$

**Ganancia > 17.97dB, utilizando un cable LMR600**

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 26$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot 0.958) > 26$$

$$2\text{ganancia} - 67.06 > 26$$

$$2\text{ganancia} > 26 + 67.06$$

$$2\text{ganancia} > 93.06$$

$$\text{Ganancia} > 93.06/2$$

**Ganancia > 46.53dB, utilizando un cable LMR900**

### DATOS DEL EDIFICIO CENTRAL CON EL AGROPECUARIO

Distancia entre antenas: 4Km aprox.

Longitud cable CA2: 30m aprox.

Longitud cable CC1: 35m aprox.

Potencia tarjeta A: 15dBi

Potencia tarjeta C: 15dBi

Pérdida conectores A2: 2 dB aprox.

Pérdida conectores C2: 2 dB aprox.

Ganancia antena A2: ?

Ganancia antena C1: ?

Nivel de recepción de señal mínimo para 11Mbps: -72dBm

Calculamos la pérdida por propagación en los 4Km:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log}(4000) = 112 \text{ dB}$$

Aplicando la formula:

$$15 - 2 - (30 \cdot \text{atenuación}) + \text{gananciaA2} - 112 + \text{gananciaC1} - (35 \cdot \text{atenuación}) - 2 > -72$$

$$-101 + \text{gananciaA2} + \text{gananciaC1} - (65 \cdot \text{atenuación}) > -72$$

$$\text{gananciaA2} + \text{gananciaC1} - (65 \cdot \text{atenuación}) > -72 + 101$$

$$2\text{ganancia} - (65 \cdot \text{atenuación}) > 29$$

$$2\text{ganancia} - (65 \cdot 0.542) > 29$$

$$2\text{ganancia} - (35.23) > 29$$

$$2\text{ganancia} > 29 + 35.23$$



$$2\text{ganancia} > 64.23$$

$$\text{Ganancia} > 64.23/2$$

**Ganancia > 32.11dB, utilizando un cable de LMR200**

$$2\text{ganancia} - (65 * \text{atenuación}) > 29$$

$$2\text{ganancia} - (65 * 0.217) > 29$$

$$2\text{ganancia} - 14.10 > 29$$

$$2\text{ganancia} > 29 + 14.10$$

$$2\text{ganancia} > 43.10$$

$$\text{Ganancia} > 43.10/2$$

**Ganancia > 21.55dB, utilizando un cable LMR400**

$$2\text{ganancia} - (65 * \text{atenuación}) > 29$$

$$2\text{ganancia} - (65 * 0.142) > 29$$

$$2\text{ganancia} - 9.23 > 29$$

$$2\text{ganancia} > 29 + 9.23$$

$$2\text{ganancia} > 38.23$$

$$\text{Ganancia} > 38.23/2$$

**Ganancia > 19.11dB, utilizando un cable LMR600**

$$2\text{ganancia} - (65 * \text{atenuación}) > 29$$

$$2\text{ganancia} - (65 * 0.958) > 29$$

$$2\text{ganancia} - 62.27 > 29$$

$$2\text{ganancia} > 26 + 62.27$$

$$2\text{ganancia} > 91.27$$

$$\text{Ganancia} > 91.27/2$$

**Ganancia > 41.63dB, utilizando un cable LMR900**

### **DATOS DEL CAMPUS MEDICO CON EL AGROPECUARIO:**

Distancia entre antenas: 2.5Km aprox.

Longitud cable CB2: 40m aprox.

Longitud cable CC2: 35m aprox.

Potencia tarjeta B: 15dBi

Potencia tarjeta C: 15dBi

Pérdida conectores B2: 2 dB aprox.

Pérdida conectores C2: 2 dB aprox.

Ganancia antena B2: ?

Ganancia antena C2: ?

Nivel de recepción de señal mínimo para 11Mbps: -72dBm



Calculamos la pérdida por propagación en los 2.5Km:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log}(2500) = 107\text{dB}$$

Aplicando la formula:

$$15 - 2 - (40 \cdot \text{atenuación}) + \text{gananciaB2} - 107 + \text{gananciaC2} - (35 \cdot \text{atenuación}) - 2 > -72$$

$$-96 + \text{gananciaB2} + \text{gananciaC2} - (75 \cdot \text{atenuación}) > -72$$

$$\text{gananciaB2} + \text{gananciaC2} - (75 \cdot \text{atenuación}) > -72 + 96$$

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot \text{atenuación}) > 24$$

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot 0.542) > 24$$

$$2\text{ganancia} - (40.65) > 24$$

$$2\text{ganancia} > 24 + 40.65$$

$$2\text{ganancia} > 64.65$$

$$\text{Ganancia} > 64.65/2$$

**Ganancia > 32.32dB, utilizando un cable LMR200**

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot \text{atenuación}) > 24$$

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot 0.217) > 24$$

$$2\text{ganancia} - 16.27 > 24$$

$$2\text{ganancia} > 24 + 16.27$$

$$2\text{ganancia} > 40.27$$

$$\text{Ganancia} > 40.27/2$$

**Ganancia > 20.13dB, utilizando un cable LMR400**

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot \text{atenuación}) > 24$$

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot 0.142) > 24$$

$$2\text{ganancia} - 10.65 > 24$$

$$2\text{ganancia} > 24 + 10.65$$

$$2\text{ganancia} > 34.65$$

$$\text{Ganancia} > 34.65/2$$

**Ganancia > 17.32dB, utilizando un cable LMR600**

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot \text{atenuación}) > 24$$

$$2\text{ganancia} - (75 \cdot 0.958) > 24$$

$$2\text{ganancia} - 71.85 > 24$$

$$2\text{ganancia} > 24 + 71.85$$

$$2\text{ganancia} > 95.85$$

$$\text{Ganancia} > 95.85/2$$

**Ganancia > 47.92dB, utilizando un cable LMR900**



Para una velocidad de 48Mbps

**DATOS DEL EDIFICIO CENTRAL CON EL CAMPUS MEDICO:**

Distancia entre antenas: 3Km aprox.

Longitud cable CA1: 30m aprox.

Longitud cable CB1: 40m aprox.

Potencia tarjeta A: 17dBi

Potencia tarjeta B: 17dBi

Pérdida conectores A1: 1.5 dB aprox.

Pérdida conectores B2: 1.5dB aprox.

Ganancia antena A1: ?

Ganancia antena B1: ?

Nivel de recepción de señal mínimo para 48Mbps: -55dBm

Calculamos la pérdida por propagación en los 3Km:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log} (3000) = 109\text{dB}$$

Aplicando la formula:

$$17 - 1.5 - (30 \cdot \text{atenuación}) + \text{gananciaA1} - 109 + \text{gananciaB1} - (40 \cdot \text{atenuación}) - 1.5 > -55$$

$$-95 + \text{gananciaA1} + \text{gananciaB1} - (70 \cdot \text{atenuación}) > -55$$

$$\text{gananciaA1} + \text{gananciaB1} - (70 \cdot \text{atenuación}) > -55 + 95$$

$$2 \cdot \text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 40$$

$$2 \cdot \text{ganancia} - (70 \cdot 0.84) > 40$$

$$2 \cdot \text{ganancia} - 58.8 > 40$$

$$2 \cdot \text{ganancia} > 40 + 58.8$$

$$2 \cdot \text{ganancia} > 98.8$$

$$\text{Ganancia} > 98.8 / 2$$

**Ganancia > 49.4dB, utilizando un cable LMR200**

$$2 \cdot \text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 40$$

$$2 \cdot \text{ganancia} - (70 \cdot 0.344) > 40$$

$$2 \cdot \text{ganancia} - 24.8 > 40$$

$$2 \cdot \text{ganancia} > 40 + 24.08$$

$$2 \cdot \text{ganancia} > 64.08$$

$$\text{Ganancia} > 64.08 / 2$$

**Ganancia > 32.04dB, utilizando un cable LMR400**



$$2\text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 40$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot 0.23) > 40$$

$$2\text{ganancia} - 16.1 > 40$$

$$2\text{ganancia} > 40 + 16.1$$

$$2\text{ganancia} > 56.1$$

$$\text{Ganancia} > 56.1/2$$

**Ganancia > 28.05dB, utilizando un cable LMR600**

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot \text{atenuación}) > 40$$

$$2\text{ganancia} - (70 \cdot 0.155) > 40$$

$$2\text{ganancia} - 10.85 > 40$$

$$2\text{ganancia} > 40 + 10.85$$

$$2\text{ganancia} > 50.85$$

$$\text{Ganancia} > 50.85/2$$

**Ganancia > 25.42dB, utilizando un cable LMR900**

### DATOS DEL EDIFICIO CENTRAL CON EL AGROPECUARIO

Distancia entre antenas: 4Km aprox.

Longitud cable CA2: 30m aprox.

Longitud cable CC1: 35m aprox.

Potencia tarjeta A: 17dBi

Potencia tarjeta C: 17dBi

Pérdida conectores A2: 1.5 dB aprox.

Pérdida conectores C2: 1.5 dB aprox.

Ganancia antena A2: ?

Ganancia antena C1: ?

Nivel de recepción de señal mínimo para 48Mbps: -55dBm

Calculamos la pérdida por propagación en los 4Km:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log}(4000) = 112 \text{ dB}$$

Aplicando la formula:

$$17 - 1.5 - (30 \cdot \text{atenuación}) + \text{gananciaA2} - 112 + \text{gananciaC1} - (35 \cdot \text{atenuación}) - 1.5 > -55$$

$$-98 + \text{gananciaA2} + \text{gananciaC1} - (65 \cdot \text{atenuación}) > -55$$

$$\text{gananciaA2} + \text{gananciaC1} - (65 \cdot \text{atenuación}) > -55 + 98$$

$$2\text{ganancia} - (65 \cdot \text{atenuación}) > 43$$



$$2\text{ganancia} - (65 * 0.84) > 43$$

$$2\text{ganancia} - 54.6 > 43$$

$$2\text{ganancia} > 43 + 54.6$$

$$2\text{ganancia} > 97.6$$

$$\text{Ganancia} > 97.6/2$$

**Ganancia > 48.8dB, utilizando un cable de LMR200**

$$2\text{ganancia} - (65 * \text{atenuación}) > 43$$

$$2\text{ganancia} - (65 * 0.344) > 43$$

$$2\text{ganancia} - 22.36 > 43$$

$$2\text{ganancia} > 43 + 22.36$$

$$2\text{ganancia} > 65.36$$

$$\text{Ganancia} > 65.36/2$$

**Ganancia > 32.68dB, utilizando un cable LMR400**

$$2\text{ganancia} - (65 * \text{atenuación}) > 43$$

$$2\text{ganancia} - (65 * 0.23) > 43$$

$$2\text{ganancia} - 14.95 > 43$$

$$2\text{ganancia} > 43 + 14.95$$

$$2\text{ganancia} > 57.95$$

$$\text{Ganancia} > 57.95/2$$

**Ganancia > 28.97dB, utilizando un cable LMR600**

$$2\text{ganancia} - (65 * \text{atenuación}) > 43$$

$$2\text{ganancia} - (65 * 0.155) > 43$$

$$2\text{ganancia} - 10.07 > 43$$

$$2\text{ganancia} > 43 + 10.07$$

$$2\text{ganancia} > 53.07$$

$$\text{Ganancia} > 53.07/2$$

**Ganancia > 26.53dB, utilizando un cable LMR900**

### **DATOS DEL CAMPUS MEDICO CON EL AGROPECUARIO:**

Distancia entre antenas: 2.5Km aprox.

Longitud cable CB2: 40m aprox.

Longitud cable CC2: 35m aprox.

Potencia tarjeta B: 15dBi

Potencia tarjeta C: 15dBi

Pérdida conectores B2: 2 dB aprox.

Pérdida conectores C2: 2 dB aprox.

Ganancia antena B2: ?



Ganancia antena C2: ?

Nivel de recepción de señal mínimo para 48Mbps: -55dBm

Calculamos la pérdida por propagación en los 2.5Km:

$$P_p = 40 + 20 \cdot \text{Log} (2500) = 107\text{dB}$$

Aplicando la formula:

$$17 - 1.5 - (40 * \text{atenuación}) + \text{gananciaB2} - 107 + \text{gananciaC2} - (35 * \text{atenuación}) - 1.5 > -55$$

$$-93 + \text{gananciaB2} + \text{gananciaC2} - (75 * \text{atenuación}) > -55$$

$$\text{gananciaB2} + \text{gananciaC2} - (75 * \text{atenuación}) > -55 + 93$$

$$2\text{ganancia} - (75 * \text{atenuación}) > 38$$

$$2\text{ganancia} - (75 * 0.84) > 38$$

$$2\text{ganancia} - (63) > 38$$

$$2\text{ganancia} > 38 + 63$$

$$2\text{ganancia} > 101$$

$$\text{Ganancia} > 101/2$$

**Ganancia > 50.5 dB, utilizando un cable LMR200**

$$2\text{ganancia} - (75 * \text{atenuación}) > 38$$

$$2\text{ganancia} - (75 * 0.344) > 38$$

$$2\text{ganancia} - 25.8 > 38$$

$$2\text{ganancia} > 38 + 25.8$$

$$2\text{ganancia} > 63.8$$

$$\text{Ganancia} > 63.8/2$$

**Ganancia > 31.9dB, utilizando un cable LMR400**

$$2\text{ganancia} - (75 * \text{atenuación}) > 38$$

$$2\text{ganancia} - (75 * 0.23) > 38$$

$$2\text{ganancia} - 17.25 > 38$$

$$2\text{ganancia} > 38 + 17.25$$

$$2\text{ganancia} > 55.25$$

$$\text{Ganancia} > 55.25/2$$

**Ganancia > 27.62dB, utilizando un cable LMR600**

$$2\text{ganancia} - (75 * \text{atenuación}) > 38$$

$$2\text{ganancia} - (75 * 0.155) > 38$$

$$2\text{ganancia} - 11.62 > 38$$

$$2\text{ganancia} > 38 + 11.62$$

$$2\text{ganancia} > 49.62$$



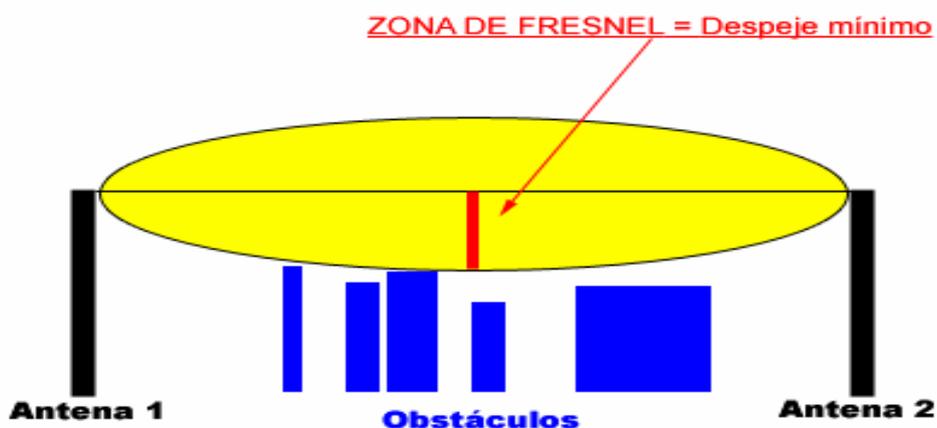
Ganancia > 49.62/2

**Ganancia > 24.81 dB, utilizando un cable LMR900**

**Nota:** Para ser cálculos con una velocidad de **54Mbps** se utiliza la misma sensibilidad que se utiliza en la velocidad de 48Mbps, por lo cual el resultado será el mismo.

### 5.4.2.7 Zona de Fresnel

La llamada zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las seis antenas. Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. El resultado es un aumento o disminución en el nivel de señal recibido.



Toda la zona marcada en amarillo debe permanecer despejada de obstáculos.



**Tabla para calcular la zona de Fresnel:**

Distancia entre Antenas (En Km.)	Zona de Fresnel (En metros)
1	3.9
2	5.6
3	7.1
4	8.4
5	9.7
6	11.0
7	12.3
8	13.6
9	15.0
10	16.4
11	17.9
12	19.4
13	21.0
14	22.7
15	24.4
16	26.2
17	28.0
18	29.9
19	31.9
20	34.0
25	45.4
30	58.7



### 5.4.2.8 Condiciones del Terreno y Meteorológicas

Los árboles, los edificios, tendidos eléctricos, etc. influyen en la recepción de la señal. La señal se refleja en los objetos y llega con retardo de fase a la antena receptora, pudiendo provocar pérdidas de señal.

Podemos corregir este efecto desplazando 6cm longitudinalmente hacia delante o hacia atrás la antena receptora.

La lluvia en sí tiene poco impacto sobre la pérdida por propagación.

### 5.4.2.9 Formula General

Podemos calcular el nivel de recepción de señal en función de todos los factores condicionantes:

**Nivel\_recepción\_señal** = Potencia\_trasmisión\_a – Pérdida\_conectores\_a – Pérdida\_cables\_a + Ganancia\_antena\_a – Pérdida\_propagación + Ganancia\_antena\_b – Pérdida\_cables\_b – Pérdida\_conectores\_b

O abreviando:

$Nrs = Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob$

Para que se haga un esquema más gráfico de la fórmula, se tiene:

Tarjeta–conectores–coaxial–antena–separación–antena–coaxial–conectores–tarjeta.

Para establecer un enlace óptimo, el **Nrs** debe ser mayor que la sensibilidad + margen.

Para un enlace correcto, la sensibilidad debe ser:

- Para 54Mbit: -65dBm
- Para 48Mbit: -65dBm
- Para 11Mbit: -82dBm
- Para 5.5Mbit: -87dBm
- Para 2Mbit: -91dBm



- Para 1Mbit: -94dBm

El margen ha de ser:

- Mínimo: 10dB
- Enlaces expuestos a interferencias (ciudad): 15dB
- Enlaces con condiciones climáticas adversas: 20dB

Se hacen cálculos con un enlace de 11Mbit con una frecuencia de 2.4 GHZ para poder después hacer comparaciones con enlaces de 48 Mbit y 54 Mbit que son los que se están proponiendo para la implementación de estas facultades.

Para el enlace de 11 Mbit aplicamos los -82dBm de sensibilidad y un mínimo de 10dB de margen por lo que estamos expuestos a pocas interferencias, quedando:

$$Nrs > -82 + 10$$

$$Nrs > -72dBm$$

Concluyendo:

$$Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob > -72dBm$$

### **Prueba para 11Mbit.**

#### **Tomando los valores reales del Edificio Central con el Campus Medico:**

$$Pta = 15dBm$$

$$Pcoa = 2dB$$

$$Pcaa = 0.217dB$$

$$Gaa = 24dBi$$

$$Pp = 109dB *$$

$$Gab = 24dBi$$

$$Pcab = 0.217 dB$$

$$Pcob = 2dB$$

$$Nrs > -72dBm$$

Aplicamos la fórmula:

$$Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob > Nrs$$

$$15dBm - 2dB - 0.217dB + 24dBi - 109dB + 24dBi - 0.217dB - 2dB > -72dBm$$

**-50.43 > -72 el Nrs Del edificio central al Campus Medico.**



**Tomando los valores reales del Edificio Central con el Campus Agropecuario:**

$P_{ta} = 15\text{dBm}$   
 $P_{coa} = 2\text{dB}$   
 $P_{caa} = 0.217\text{dB}$   
 $G_{aa} = 24\text{dBi}$   
 $P_p = 112\text{dB} *$   
 $G_{ab} = 24\text{dBi}$   
 $P_{cab} = 0.217\text{dB}$   
 $P_{cob} = 2\text{dB}$   
 $N_{rs} > -72\text{dBm}$

Aplicamos la fórmula:

$$P_{ta} - P_{coa} - P_{caa} + G_{aa} - P_p + G_{ab} - P_{cab} - P_{cob} > N_{rs}$$

$$15\text{dBm} - 2\text{dB} - 0.217\text{dB} + 24\text{dBi} - 112\text{dB} + 24\text{dBi} - 0.217\text{dB} - 2\text{dB} > -72\text{dBm}$$

**-53.43 > -72 el Nrs del Edificio Central al Campus Agropecuario**

**Tomando los valores reales del Campus Medico con el Campus Agropecuario:**

$P_{ta} = 15\text{dBm}$   
 $P_{coa} = 2\text{dB}$   
 $P_{caa} = 0.217\text{dB}$   
 $G_{aa} = 24\text{dBi}$   
 $P_p = 107\text{dB} *$   
 $G_{ab} = 24\text{dBi}$   
 $P_{cab} = 0.217\text{dB}$   
 $P_{cob} = 2\text{dB}$   
 $N_{rs} > -72\text{dBm}$

Aplicamos la fórmula:

$$P_{ta} - P_{coa} - P_{caa} + G_{aa} - P_p + G_{ab} - P_{cab} - P_{cob} > N_{rs}$$

$$15\text{dBm} - 2\text{dB} - 0.217\text{dB} + 24\text{dBi} - 107\text{dB} + 24\text{dBi} - 0.217\text{dB} - 2\text{dB} > -72\text{dBm}$$

**-48.43 > -72 el Nrs del Campus Medico al Campus Agropecuario**

**Correcto!!!** El nivel de todos los factores de los diferentes puntos es mayor al nivel necesario para un enlace a 11Mbit. Por tanto, si la zona de Fresnel está despejada, el enlace funciona.



### Prueba para enlace de 48Mbit.

Para un enlace de 48 Mbit aplicamos -65 dBm de sensibilidad y los 10dB de margen, quedando:

$$Nrs > -65 + 10$$

$$Nrs > -55\text{dBm}$$

### Tomando los valores reales del Edificio Central con el Campus Medico:

$$Pta = 17\text{dBm}$$

$$Pcoa = 1.5\text{dB}$$

$$Pcaa = 0.344\text{dB}$$

$$Gaa = 28\text{dBi}$$

$$Pp = 109\text{dB} *$$

$$Gab = 28\text{dBi}$$

$$Pcab = 0.344\text{dB}$$

$$Pcob = 1.5\text{dB}$$

$$Nrs > -55\text{dBm}$$

Aplicamos la fórmula:

$$Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob > Nrs$$

$$17\text{dBm} - 1.5\text{dB} - 0.344\text{dB} + 28\text{dBi} - 109\text{dB} + 28\text{dBi} - 0.344\text{dB} - 1.5\text{dB} > -55\text{dBm}$$

**-39.68 > -55 el Nrs Del Edificio Central al Campus Medico**

### Tomando los valores reales del Edificio Central con el Campus Agropecuario:

$$Pta = 17\text{dBm}$$

$$Pcoa = 1.5\text{dB}$$

$$Pcaa = 0.344\text{dB}$$

$$Gaa = 28\text{dBi}$$

$$Pp = 112\text{dB} *$$

$$Gab = 28\text{dBi}$$

$$Pcab = 0.344\text{dB}$$

$$Pcob = 1.5\text{dB}$$

$$Nrs > -55\text{dBm}$$

Aplicamos la fórmula:

$$Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob > Nrs$$



$$17\text{dBm} - 1.5\text{dB} - 0.344\text{dB} + 28\text{dBi} - 112\text{dB} + 28\text{dBi} - 0.344\text{dB} - 1.5\text{dB} > -55\text{dBm}$$

**-42.68 > -55 el Nrs del Edificio Central al Campus Agropecuario**

**Tomando los valores reales del Campus Medico con el Campus Agropecuario:**

$$\begin{aligned} P_{ta} &= 17\text{dBm} \\ P_{coa} &= 1.5\text{dB} \\ P_{caa} &= 0.344\text{dB} \\ G_{aa} &= 28\text{dBi} \\ P_p &= 107\text{dB} * \\ G_{ab} &= 28\text{dBi} \\ P_{cab} &= 0.344\text{dB} \\ P_{cob} &= 1.5\text{dB} \\ N_{rs} &> -55\text{dBm} \end{aligned}$$

Aplicamos la fórmula:

$$P_{ta} - P_{coa} - P_{caa} + G_{aa} - P_p + G_{ab} - P_{cab} - P_{cob} > N_{rs}$$

$$17\text{dBm} - 1.5\text{dB} - 0.344\text{dB} + 28\text{dBi} - 107\text{dB} + 28\text{dBi} - 0.344\text{dB} - 1.5\text{dB} > -55\text{dBm}$$

**-37.68 > -55 el Nrs del Campus Medico al Campus Agropecuario**

**Correcto!!!** El nivel de todos los factores de los diferentes puntos es mayor al nivel necesario para alcanzar el enlace a 48Mbit. Por tanto, si la zona de Fresnel está despejada, el enlace funciona.

**Prueba para enlace de 54Mbit.**

Igualmente aplicamos para un enlace de 54 Mbit -65 dBm de sensibilidad y los 10dB de margen, quedando:

$$\begin{aligned} N_{rs} &> -65 + 10 \\ N_{rs} &> -55\text{dBm} \end{aligned}$$

**Tomando los valores reales del Edificio Central con el Campus Médico:**

$$\begin{aligned} P_{ta} &= 17\text{dBm} \\ P_{coa} &= 1.5\text{dB} \\ P_{caa} &= 0.344\text{dB} \end{aligned}$$



Gaa = 28dBi  
Pp = 109dB \*  
Gab = 28dBi  
Pcab = 0.344dB  
Pcob = 1.5dB  
Nrs > -55dBm

Aplicamos la fórmula:

$$Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob > Nrs$$

$$17dBm - 1.5dB - 0.344dB + 28dBi - 109dB + 28dBi - 0.344dB - 1.5dB > -55dBm.$$

**-39.68 > -55 el Nrs Del Edificio Central al Campus Médico**

**Tomando los valores reales del Edificio Central con el Campus Agropecuario:**

Pta = 17dBm  
Pcoa = 1.5dB  
Pcaa = 0.344dB  
Gaa = 28dBi  
Pp = 112dB \*  
Gab = 28dBi  
Pcab = 0.344dB  
Pcob = 1.5dB  
Nrs > -55dBm

Aplicamos la fórmula:

$$Pta - Pcoa - Pcaa + Gaa - Pp + Gab - Pcab - Pcob > Nrs$$

$$17dBm - 1.5dB - 0.344dB + 28dBi - 112dB + 28dBi - 0.344dB - 1.5dB > -55dBm$$

**-42.68 > -55 el Nrs del Edificio Central al Campus Agropecuario**

**Tomando los valores reales del Campus Medico con el Campus Agropecuario:**

Pta = 17dBm  
Pcoa = 1.5dB  
Pcaa = 0.344dB  
Gaa = 28dBi



$P_p = 107\text{dB} *$   
 $G_{ab} = 28\text{dBi}$   
 $P_{cab} = 0.344\text{dB}$   
 $P_{cob} = 1.5\text{dB}$   
 $N_{rs} > -55\text{dBm}$

Aplicamos la fórmula:

$P_{ta} - P_{coa} - P_{caa} + G_{aa} - P_p + G_{ab} - P_{cab} - P_{cob} > N_{rs}$

$17\text{dBm} - 1.5\text{dB} - 0.344\text{dB} + 28\text{dBi} - 107\text{dB} + 28\text{dBi} - 0.344\text{dB} - 1.5\text{dB} > -55\text{dBm}$

**-37.68 > -55 el Nrs del Campus Médico al Campus Agropecuario**

En este caso tiene los mismos valores que el de 48Mbit, por tanto es **Correcto!!!** El nivel de todos los factores de los diferentes puntos es mayor al nivel necesario para alcanzar el enlace a 54Mbit. Por tanto, si la zona de Fresnel está despejada, el enlace funciona.

\* Los **109dB** de pérdida por propagación corresponden a una distancia de **3Km.** los **112dB** de pérdida por propagación corresponden a una distancia de **4Km** y **107dB** de pérdida por propagación corresponden a una distancia de **2.5Km.**

A continuación se muestra un resumen de los datos del tipo de radio propuesto:

**Airmux-200**

Velocidad	11 Mbps	48 Mbps		54 Mbps
Frecuencia	2.4 GHz	2.4GHz	5.7GHz	
Potencia de la tarjeta	11dBm	11dBm	17dBm	17dBm
Perdida de conectores	2dB	2dB	1.5dB	1.5dB
Perdida de Cable	0.217dB	0.217dB	0.344dB	0.344
Ganancia	24dBi	24dBi	28dBi	28dBi
Resultado	<b>32.78dB</b>	<b>32.78dB</b>	<b>43.15dB</b>	<b>43.15dB</b>



Como podemos observar la tabla nos muestra que para utilizar un radio **Airmux 200** nosotros podemos trabajar bajo la velocidad de 48Mbps y 54Mbps y nos da el mismo resultado, con la diferencia que si nosotros utilizamos una velocidad de 48Mbps utilizaríamos una frecuencia de 5.7GHz, el cual nos proporciona mayor seguridad por lo que muy poco se trabaja con ese tipo de frecuencia, además de eso un mejor costo ya que si trabajamos a una velocidad de 54Mbps es un poco más caro y el resultado sería el mismo.

**Por tal razón nosotros sugerimos trabajar a una velocidad de 48Mbps bajo una frecuencia de 5.7GHz.**

### 5.4.3 Hardware

Según las necesidades del terreno, los edificios donde se vaya a realizar la instalación, el presupuesto disponible, etc., debemos elegir el hardware adecuado. No es lo mismo establecer un enlace desde una habitación a otra en un mismo edificio que establecer un enlace desde un edificio a otro situado a varios kilómetros, como es el caso.

#### 5.4.3.1 Potencia Necesaria

Es fácil: cuanta más potencia, mejor. Pero no conviene pasarse. Aunque la diferencia en mW es grande entre los tres tipos de tarjeta más comunes, la diferencia equivalente en dBm no es tan abismal.

### 5.4 Conexiones

Cuanto mejores sean todo el conjunto cable-conectores, menor pérdida de señal habrá entre la tarjeta y la antena. Para ello hemos de elegir el cable adecuado, longitud oportuna y conectores óptimos.

El cable que parece tener más éxito en el mundo de la radiofrecuencia es el LMR al igual que el conector tipo N, es por esto que ambos son utilizados en nuestro proyecto.

### 5.5 Evaluación y Prueba

En los diferentes puntos se realizaron pruebas de tráfico y ancho de banda. Esto con el objetivo de mostrar el rendimiento de cada una de ellos. Dichas pruebas se realizaron a través del comando ping, especificando el número IP del servidor correspondiente a cada facultad.



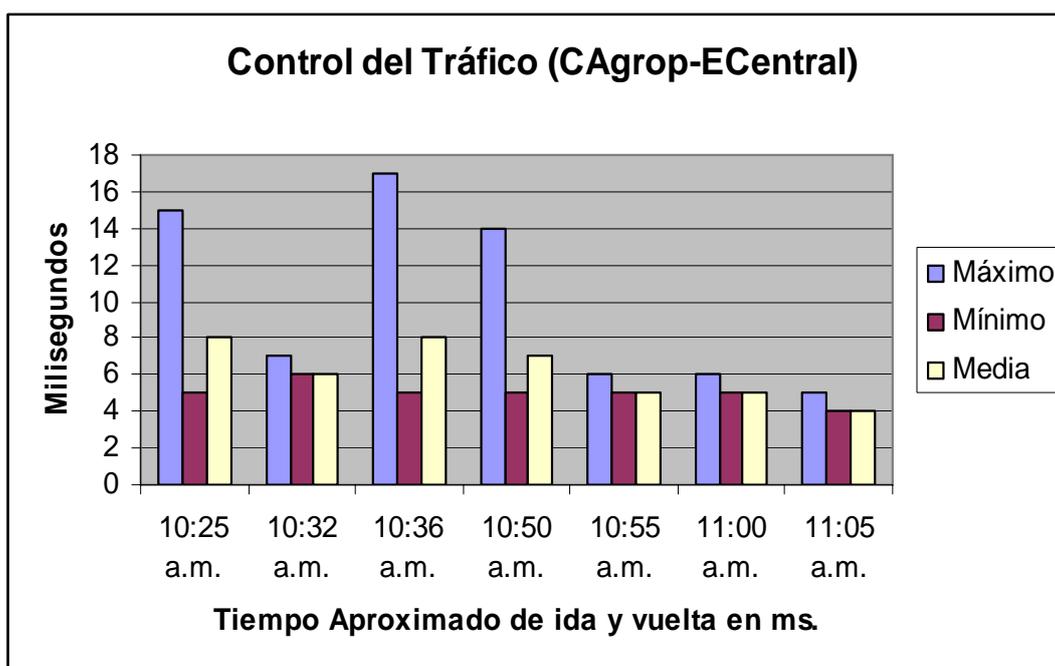
Cabe mencionar que existen otros programas para medir el control del tráfico de paquetes como son: Megaping, Netprug, Lanspeed2, entre otros.

Para tener una idea más clara presentamos los resultados obtenidos en el apartado de Anexo 3 realizados con el comando ping.

A continuación se muestra un resumen de los resultados de las pruebas realizadas desde los diferentes puntos con los datos más importantes para obtener el redimiendo de cada una de ellas:

### Control del tráfico del Campus Agropecuario al Edificio Central

Tiempo	Máximo	Mínimo	Media
10:25 a.m.	15ms	5ms	8ms
10:32 a.m.	7ms	6ms	6ms
10:36 a.m.	17ms	5ms	8ms
10:50 a.m.	14ms	5ms	7ms
10:55 a.m.	6ms	5ms	5ms
11:00 a.m.	6ms	5ms	5ms
11:05 a.m.	5ms	4ms	4ms





### Gráfico 1.

#### Análisis del Resultado:

En el gráfico 1 se reflejan las diferentes mediciones del tráfico de paquetes en diferentes horarios, realizado desde el **Campus Agropecuario hasta el Edificio Central**, en él se reflejan el tráfico mínimo, máximo y la media dados en milisegundos.

Cabe mencionar que en cada horario se envió un total de 4 paquetes de 32 Bytes, en el que se reflejó que no hubo ninguna pérdida de los paquetes enviados.

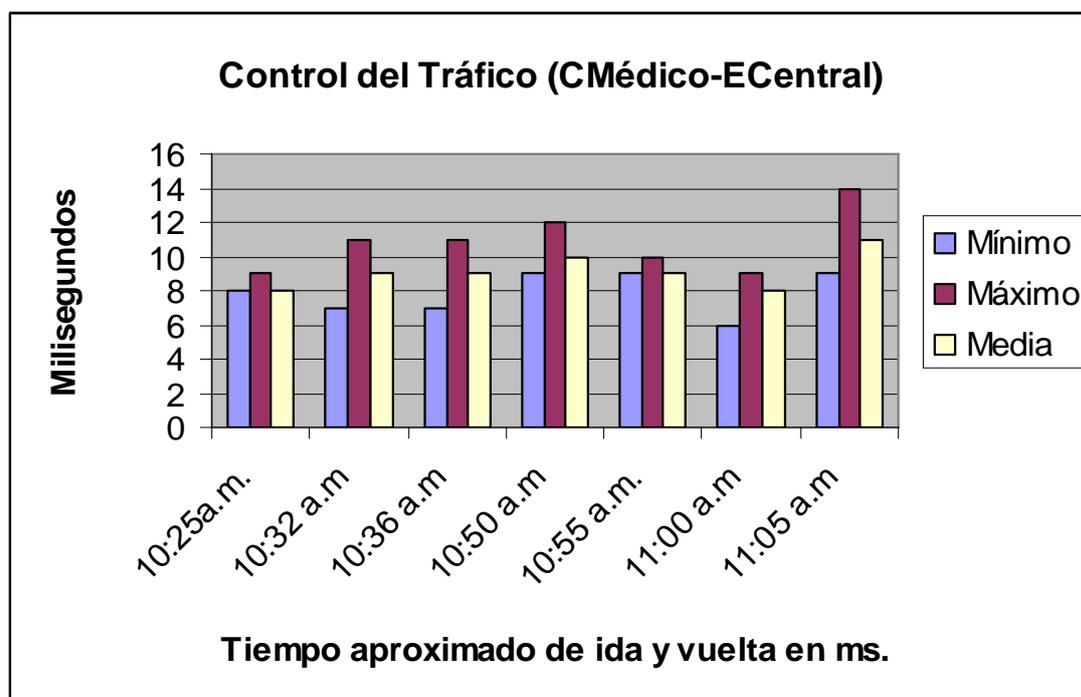
Sacamos el promedio de las medias de la velocidad de transmisión de paquetes ida y vuelta el cual en este caso fue de 6.14 mili segundos para transmitir paquetes de 32 bytes, lo que nos refleja una velocidad real de uso por máquina 5.21 bytes por mili segundo o sea 5.21 Kbytes por segundo.

Se considera que para que una red conectada a la Internet sea estable necesita como mínimo 3 Kbytes, lo recomendado para conexiones rápidas es de 14 Kbytes, en nuestro caso está en 5.21 Kbytes, lo que garantiza una estabilidad de la red. Sin embargo esta velocidad se puede mejorar aumentando la ganancia de las antenas (aumentando la frecuencia), disminuyendo la pérdida de los conectores y de los cables, aumentar la potencia de las tarjetas del radio módem.



Control del Trafico del Campus Medico al Edificio Central

Tiempo	Mínimo	Máximo	Media
10:25a.m.	8ms	9ms	8ms
10:32 a.m	7ms	11ms	9ms
10:36 a.m.	7ms	11ms	9ms
10:50 a.m.	9ms	12ms	10ms
10:55 a.m.	9ms	10ms	9ms
11:00 a.m.	6ms	9ms	8ms
11:05 a.m.	9ms	14ms	11ms





### Grafico 2.

#### Análisis del Resultado:

En el gráfico 2 se reflejan las diferentes mediciones del tráfico de paquetes en diferentes horarios, realizado desde el **Campus Medico hasta el Edificio Central**, en él se reflejan el tráfico mínimo, máximo y la media dados en milisegundos.

Cabe mencionar que en cada horario se envió un total de 4 paquetes de 32 Bytes, en el que se reflejó que no hubo ninguna pérdida de los paquetes enviados.

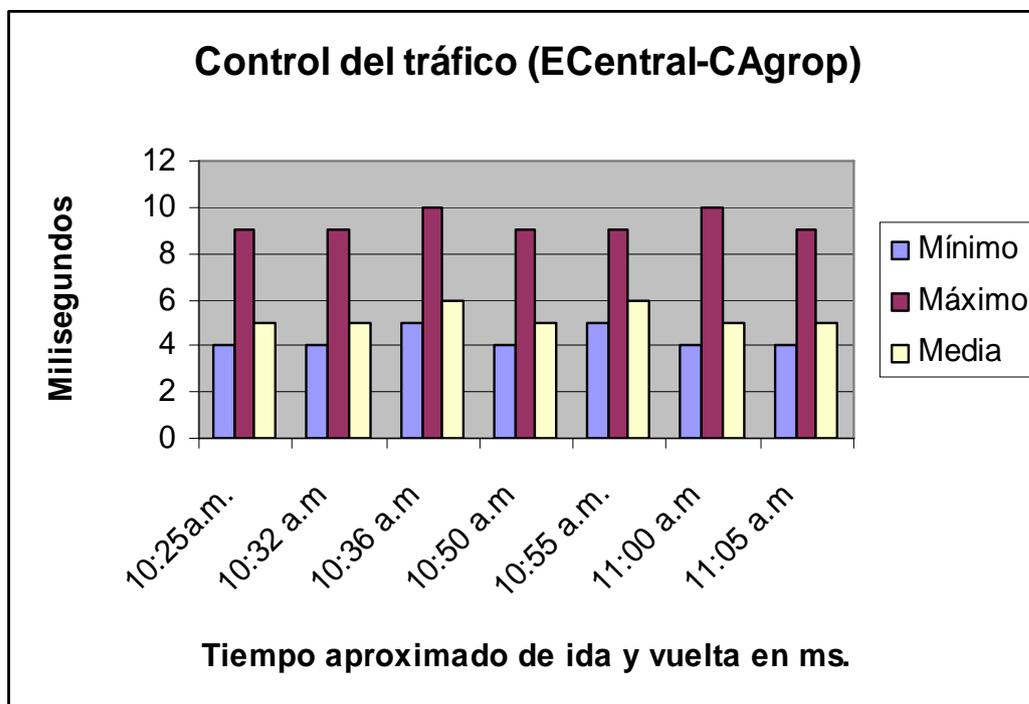
Sacamos el promedio de las medias de la velocidad de transmisión de paquetes ida y vuelta el cual en este caso fue de 9.14 mili segundos para transmitir paquetes de 32 bytes, lo que nos refleja una velocidad real de uso por máquina 3.50 bytes por mili segundo o sea 3.50 Kbytes por segundo.

Se considera que para que una red conectada a la Internet sea estable necesita como mínimo 3 Kbytes, lo recomendado para conexiones rápidas es de 14 Kbytes, en nuestro caso está en 3.50 Kbytes, lo que garantiza una estabilidad de la red. Sin embargo esta velocidad se puede mejorar aumentando la ganancia de las antenas (aumentando la frecuencia), disminuyendo la pérdida de los conectores y de los cables, aumentar la potencia de las tarjetas del radio módem.



Control del Trafico Edificio Central al Campus Agropecuario

Tiempo	Mínimo	Máximo	Media
10:25a.m.	4ms	9ms	5ms
10:32 a.m.	4ms	9ms	5ms
10:36 a.m.	5ms	10ms	6ms
10:50 a.m.	4ms	9ms	5ms
10:55 a.m.	5ms	9ms	6ms
11:00 a.m.	4ms	10ms	5ms
11:05 a.m.	4ms	9ms	5ms





### Grafico 3.

#### Análisis Del Resultado:

En el gráfico 3 se reflejan las diferentes mediciones del tráfico de paquetes en diferentes horarios, realizado desde el **Campus Agropecuario hasta Edificio Central**, en él se reflejan el tráfico mínimo, máximo y la media dados en milisegundos.

Cabe mencionar que en cada horario se envió un total de 4 paquetes de 32 Bytes, en el que se reflejó que no hubo ninguna pérdida de los paquetes enviados.

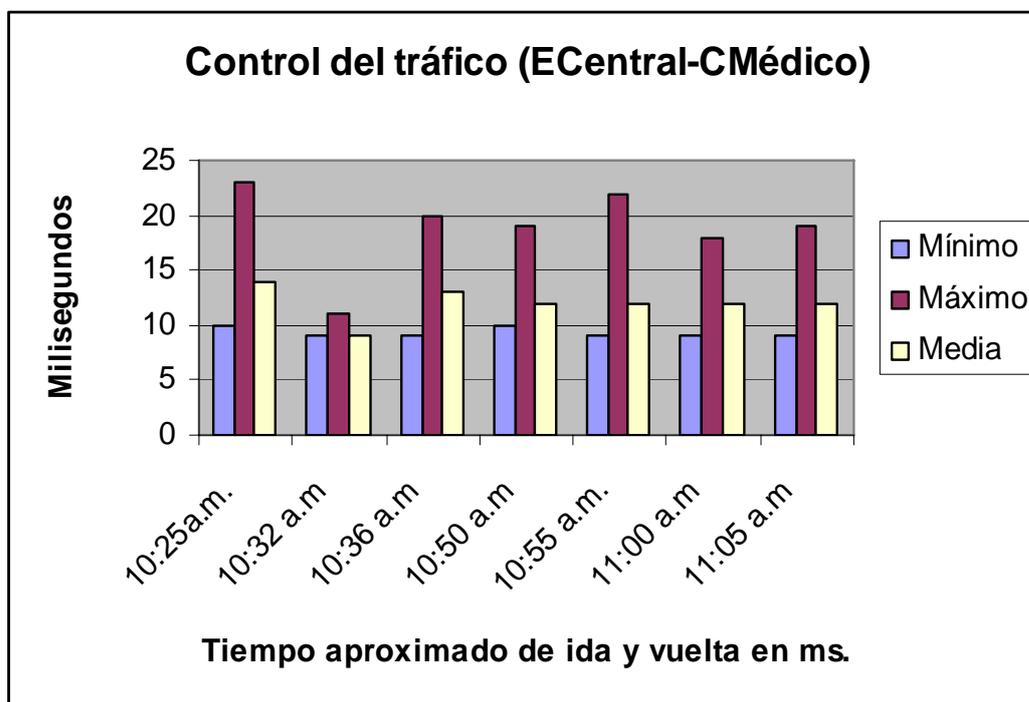
Sacamos el promedio de las medias de la velocidad de transmisión de paquetes ida y vuelta el cual en este caso fue de 5.28 mili segundos para transmitir paquetes de 32 bytes, lo que nos refleja una velocidad real de uso por máquina 6.06 bytes por mili segundo o sea 6.06 Kbytes por segundo.

Se considera que para que una red conectada a la Internet sea estable necesita como mínimo 3 Kbytes, lo recomendado para conexiones rápidas es de 14 Kbytes, en nuestro caso está en 6.06 Kbytes, lo que garantiza una estabilidad de la red. Sin embargo esta velocidad se puede mejorar aumentando la ganancia de las antenas (aumentando la frecuencia), disminuyendo la pérdida de los conectores y de los cables, aumentar la potencia de las tarjetas del radio módem.



Control del Tráfico Edificio Central al Campus Medico

Tiempo	Mínimo	Máximo	Media
10:25a.m.	10ms	23ms	14ms
10:32 a.m.	9ms	11ms	9ms
10:36 a.m.	9ms	20ms	13ms
10:50 a.m.	10ms	19ms	12ms
10:55 a.m.	9ms	22ms	12ms
11:00 a.m.	9ms	18ms	12ms
11:05 a.m.	9ms	19ms	12ms





### Gráfico 4

#### Análisis Del Resultado:

En el gráfico 4 se reflejan las diferentes mediciones del tráfico de paquetes en diferentes horarios, realizado desde el Edificio Central hasta el Campus Medico, en él se reflejan el tráfico mínimo, máximo y la media dados en milisegundos.

Cabe mencionar que en cada horario se envió un total de 4 paquetes de 32 Bytes, en el que se reflejó que no hubo ninguna pérdida de los paquetes enviados.

Sacamos el promedio de las medias de la velocidad de transmisión de paquetes ida y vuelta el cual en este caso fue de 12 mili segundos para transmitir paquetes de 32 bytes, lo que nos refleja una velocidad real de uso por máquina 2.66 bytes por mili segundo o sea 2.66 Kbytes por segundo.

Se considera que para que una red conectada a la Internet sea estable necesita como mínimo 3 Kbytes, lo recomendado para conexiones rápidas es de 14 Kbytes, en nuestro caso está en 2.66 Kbytes, lo que no garantiza una estabilidad de la red. Sin embargo esta velocidad se puede mejorar aumentando la ganancia de las antenas (aumentando la frecuencia), disminuyendo la pérdida de los conectores y de los cables, aumentar la potencia de las tarjetas del radio módem.

**A continuación se muestra la velocidad en que se tardó al viajar el archivo Winzip en ambas facultades:**

Winzip 9.0	Tamaño	Velocidad de transferencia
Campus medico	3.88 MB	8.25 Kbps
Campus agropecuario	3.88MB	25 Kbps

**Resultado:** Como se puede observar la velocidad de transferencia del Campus Agropecuario es mejor que el Campus Medico.



### 5.6 Seguridad

No existe ningún sistema de seguridad, que sea absolutamente impenetrable. El Sistema de seguridad consiste en permitir el acceso a cualquier persona autorizada e impedirselo a cualquier otro.

Las comunicaciones inalámbricas tiene un inconveniente particular: carecen de barrera física, por tanto cualquier persona con un conocimiento de seguridad accederá a un punto de acceso de una red inalámbrica, no obstante, fundamentalmente, lo que hace que esto sea cierto que muy pocos usuarios toman en serio las medidas de seguridad.

Por tanto independientemente de que las redes inalámbricas sean más o menos seguras, lo que si es cierto que vienen provistas de medidas de seguridad para evitar que personas ajenas puedan hacer uso de la red. Estas medidas son lo suficientemente buenas como para que la inmensa mayoría de las personas que tenemos a nuestro alrededor no puedan entrar a la red.

#### 5.6.1 Los Riesgos

La seguridad es un riesgo tanto para las redes inalámbricas como para las cableadas. Hasta la fecha todas las tecnologías informática que han ido apareciendo en el mercado han sido susceptible, de una u otra forma, de ser violada en su integridad, confidencialidad o autenticidad de los datos que contiene.

Ciertamente, a diferencia de las redes cableadas, las redes inalámbricas emiten señales que pueden ser fácilmente recogidas en el exterior del recinto vigilado de la red. Desde ese punto de vista las redes inalámbricas tienen un riesgo añadido. Pero este riesgo es controlable. De la misma forma que es controlable el riesgo que tienen una red cableada de que un usuario remoto y desconocido puede entrar en ella de su conexión en Internet. El riesgo siempre existe si no se toman las precauciones necesarias.

Las cuatros categoría de riesgo que preocupan en el uso de cualquier tecnología de red son las siguientes:

- ❖ Pérdida del equipo
- ❖ Infección de un virus
- ❖ Uso equivocado por personas autorizadas
- ❖ Uso fraudulento por personas no autorizadas



### 5.6.1.1 Pérdida del Equipo

Perder un ordenador puede convertirse en un gran problema si cae en manos equivocadas, ya que puede contener información almacenada en el disco duro que puede ser profesional o personal.

No obstante, aparte del problema que supone el exponer determinada información a ojos indiscretos, existe un problema adicional y es que dicho ordenador podría ser utilizado para acceder a la red de nuestra empresa. Este problema existe tanto si el ordenador está conectado a una red cableada como si lo está a una red inalámbrica.

Si la red es cableada, el acceso a la red se podría hacer desde cualquier parte del mundo vía Internet (si tiene las claves grabadas). En este caso, este riesgo puede eliminarse fácilmente al deshabilitar las cuentas de acceso del usuario en cuestión.

Si la red es inalámbrica, el acceso se tendría que hacer necesariamente desde una zona de cobertura. En este caso, puede cambiarse también todos los códigos de acceso. No obstante, es cierto que, administrativamente, es mucho más sencillo eliminar una cuenta de acceso de una red cableada que cambiar manualmente las configuraciones de acceso de todos los usuarios de la red inalámbrica. Sin embargo, también es cierto que, a menos que exista algún tipo de etiqueta identificativa, la persona que consiga dicho equipo puede no disponer de ninguna pista para saber donde se encuentra la red inalámbrica a la que accede desde el equipo.

### 5.6.1.2 Infección por virus

Los virus son pequeños programas informáticos que pueden directamente producir daño en el ordenador o ser utilizados para conseguir otros fines haciendo uso del ordenador o de la red en el que se aloja. Los virus afectan tanto a redes cableadas como inalámbricas.

Esto quiere decir que las medidas antivirus son idénticas, independientemente del tipo de red al que se encuentre conectado el ordenador: mantener el programa antivirus actualizado y disponer de un cortafuego (firewall).

**Los cortafuegos o firewall** son unas de las más importantes medidas de seguridad para proteger un ordenador individual de los posibles ataques que pueda recibir a través de una conexión de banda ancha a Internet.

El cortafuego no protege las comunicaciones, sino que protege al ordenador para que ningún intruso pueda hacer uso del disco duro o de cualquier otro recurso. Un punto de acceso o un router puede tener también determinadas



propiedades de cortafuegos para proteger los recursos de la red. Los cortafuegos llevan a cabo su protección analizando los datos de petición de acceso a los distintos recursos y bloqueando los que no estén permitidos.

Para las aplicaciones en el hogar o en pequeños negocios, es posible que sea eficiente con las características de cortafuegos incluidos en el punto de acceso normal. No obstante, existen puntos de acceso profesionales que mejoran fuertemente estas características. Aparte de lo anterior un cortafuego puede ser tanto un equipo hardware específico, como un software instalado en un ordenador o servidor.

### **5.6.1.3 Uso Equivocado por personas autorizadas**

El hacer un mal uso del sistema (intencionado o accidental) por personas autorizadas a utilizarlo es una amenaza de las que es difícil protegerse. Una vez que el usuario ha pasado todos los niveles de seguridad y se encuentra dentro del sistema, es complicado controlar en detalles el uso que cada usuario hace de él.

Ciertamente, existes historias de empleados que han robado información de su empresa, borrando archivos, modificado información sensibles o hecho cualquier otro uso malintencionado de la información. Claro existen todavía más historias de empleados que de una forma no intencionada producen el mismo daño compartiendo sus claves de acceso abiertamente, introduciendo datos equivocados, imprimiendo en la impresora equivocada enviando un mensaje de correo con información confidencial a personas equivocadas o copiando datos confidenciales a su disco duro o flexible a sus medidas de seguridad adecuadas.

Como se puede ver, estos riesgos son equivalentes tanto para las redes cableadas como para las inalámbricas. El único sistema que existe para protegerse de este riesgo es implantar una política de seguridad adecuada en la empresa (que incluya programas de formación a los usuarios) y hacer seguimiento periódico de su cumplimiento (auditorias).

### **5.6.1.4 Uso fraudulento por personas no autorizadas**

Si hay un punto en que las redes inalámbricas tienen desventaja frente a las redes cableadas, es el riesgo de uso fraudulento por personas no autorizadas.

Las desventajas viene por lo que es su ventaja fundamental: cualquier usuario puede conectarse a la red desde cualquier sitio sin necesidad de conectarse físicamente a ningún medio.



Los usos fraudulentos pueden venir por cualquier de los siguientes caminos:

- ❖ **Escuchar.** Con un receptor adecuado, los datos emitidos por un usuario pueden ser recogido por terceras personas. De hecho existen programas como AiropEEK, Aircrack-ng, NetStumbler o WePCrack que facilitan esta labor. Estos programas descubren datos como el SSID, la dirección MAC o el sistema WEP si está o no habilitado.
- ❖ **Acceder.** Se trata de configurar un dispositivo para acceder a una red para la que no se tiene autorización. Esto se puede hacer de dos formas: configurando una estación para que acceda a un punto de acceso y, a través de él, conectar fraudulentamente todos los ordenadores externos que se deseen.
- ❖ **Romper la clave.** Consiste en intentar adivinar la clave de acceso de un usuario autorizado mediante intentos sucesivos. Un buen porcentaje de usuarios ponen sus claves siguiendo una regla (tres o cuatro letras de las iniciales del nombre, palabras concretas etc.) de hecho existen diccionarios de claves. El atacante solo tienen que tener la paciencia necesaria hasta dar con la clave correcta.
- ❖ **Saturar.** Este caso no se trata de intentar acceder fraudulentamente a una red, sino de dejarla fuera de servicio. El resultado es que la red no puede ser utilizada por sus propios usuarios, por lo que es un ataque a la seguridad. Para dejar inhabilitada a una red inalámbrica, bastaría simplemente con saturar el medio radioeléctrico con el suficiente ruido como para que sea imposible llevar a cabo cualquier comunicación del servicio.





Dependiendo de la tecnología, cada una de estas categorías puede ser más o menos peligrosa y, por tanto, más o menos preocupante.

Hay que decir que muchos de estos ataques se producen con una previa exploración de las redes inalámbricas existente. Esto consiste en descubrir puntos de acceso mientras se conduce por la ciudad con el ordenador portátil.

### 5.6.2 Seguridad en las redes Inalámbricas

El riesgo de seguridad que resulta más evidente en las redes inalámbricas, es el hecho de que al estar formado por equipo que emiten los datos al entorno, cualquier receptor que este dentro del área de cobertura del emisor puede interceptar dichos datos e intentar interpretarlos.

**El estándar IEEE 802.11 tiene 3 mecanismos básicos de seguridad:**

**1. SSID (Identificador del conjunto de servicios):** Es un código alfanumérico que se configura en cada ordenador y punto de acceso que forma parte de la red. Este código puede ser utilizado como una simple contraseña entre la estación y el punto de acceso.

Existen puntos de acceso que permiten que se deshabilite el sistema SSID. Este sistema no garantiza excesivamente la seguridad, ya que los códigos SSID son emitidos en forma de texto sin codificar.

**2. Se puede generar una lista de direcciones MAC y limitar el acceso a la red a aquellos ordenadores contemplados en la lista.** Las direcciones MAC están formados por 12 caracteres alfanuméricos (ejemplo: 12-AE-56-78) Las direcciones MAC no son modificables por el usuario. No obstante, es cierto que estas direcciones se transmiten en forma de texto sin codificar y por tanto son fácilmente leíbles con un receptor adecuado. Un intruso experimentado podría leer una dirección correcta, configurársela a su estación y acceder a la red sin problema.

**3. WEP (Protocolo equivalente de redes inalámbricas):** Es un sistema de cifrado, incluido en el estándar 802.11, como protocolo para redes inalámbricas que permiten encriptar la información que se transmiten.

Desde hace un par de años está disponible otro estándar, conocido como WPA (Wi-Fi Protected Access) que mejora las prestaciones de WEP mediante el intercambio de claves.

WPA es un protocolo diseñado para mejorar la seguridad de las redes inalámbricas, creado para sustituir al WEP ya que este último ha demostrado ser muy débil para proteger las redes de los accesos no autorizados.



WPA son unas especificaciones basadas en el estándar IEEE 802.11i, que mejora fuertemente el nivel de protección de datos y el control de acceso de las redes inalámbricas. Este protocolo ha adquirido una versión que da mayor seguridad como es WPA2. La gran ventaja del WPA2 es que pueden aplicarse a las redes inalámbricas existentes y que es completamente compatible con el futuro sistema de seguridad integrada proporcionado por IEEE 802.11i.

WPA2 se puede instalar en los equipos inalámbricos existentes de una forma tan sencilla como instalar un pequeño software en los equipos. Una vez instalados, el nivel de seguridad adquirido es extremadamente alto, asegurándose que sólo los usuarios autorizados pueden acceder a la red y que los datos transmitidos permanecen completamente inaccesibles, para cualquier usuario que no sea el destinatario. Todas las características que incluye WPA2 pueden ser actualizadas en los equipos inalámbricos mediante software.

### 5.6.2.1 Encriptamiento

Una forma efectiva de disminuir los riesgos en el uso de tecnología es utilizando encriptamiento.

La encriptación es el proceso en el cual los datos a proteger son traducidos a algo que parece aleatorio y que no tiene ningún significado (los datos encriptados).

La desencriptación es el proceso en el cual los datos encriptados son convertidos nuevamente a su forma original.

En teoría, cualquier tipo de información computarizada puede ser encriptada. En la práctica, se le utiliza con mayor frecuencia cuando la información se transmite por correo electrónico o Internet.

La información es encriptada por el emisor utilizando un programa para "confundir o entremezclar" la información utilizando un código "asegurado".

El receptor descifra la información utilizando un código análogo exclusivo. Cualquier persona que intercepte el mensaje verá simplemente información entremezclada que no tendrá ningún sentido sin el código o llave necesaria.

Existen distintos tipos de encriptamiento y distintos niveles de complejidad para hacerlo. Como con cualquier código, los de encriptamiento pueden ser rotos si se cuenta con tiempo y recursos suficientes. Los altamente sofisticados niveles de encriptamiento con que se cuenta hoy en día hacen muy difícil descifrar la información encriptada.



Dentro de los algoritmos de encriptación podemos encontrar los siguientes, algunos más seguros que otros. **DES, 3DES, IDEA, AES.**

**DES** (Digital Encryption Standard): Creado en 1975 con ayuda de la NSA (National Security Agency); en 1982 se convirtió en un estándar. Utiliza una llave de 56 bit. En 1999 logró ser quebrado (violado) en menos de 24 horas por un servidor dedicado a eso. Esto lo calificó como un algoritmo inseguro y con falencias reconocidas.

**3DES** (Three DES o Triple DES): Antes de ser quebrado el DES, ya se trabajaba en un nuevo algoritmo basado en el anterior. Este funciona aplicando tres veces el proceso con tres llaves diferentes de 56 bits. La importancia de esto es que si alguien puede descifrar una llave, es casi imposible poder descifrar las tres y utilizarlas en el orden adecuado. Hoy en día es uno de los algoritmos simétricos más seguros.

**IDEA** (International Data Encryption Algorithm): Más conocido como un componente de PGP (encriptación de mails), trabaja con llaves de 128 bits. Realiza procesos de shift y copiado y pegado de los 128 bits, dejando un total de 52 sub llaves de 16 bits cada una. Es un algoritmo más rápido que el DES, pero al ser nuevo, aún no es aceptado como un estándar, aunque no se le han encontrado debilidades aún.

**AES** (Advanced Encryption Standard): Este fue el ganador del primer concurso de algoritmos de encriptación realizado por la NIST (National Institute of Standards and Technology) en 1997. Después de 3 años de estudio y habiendo descartado a 14 candidatos, este algoritmo, también conocido como Rijndael por Vincent Rijmen y Joan Daemen, fue elegido como ganador. Aún no es un estándar, pero es de amplia aceptación a nivel mundial.

El algoritmo más seguro hoy el AES, aunque 3DES también es muy seguro. Este último se utiliza cuando hay necesidad de compatibilidad. AES 128 es aproximadamente 15% más rápido que DES, y AES 256 sigue siendo más rápido que DES.

Además el algoritmo AES 128 incluye claves dinámicas para evitar la escucha no autorizada.

La tecnología para el encriptamiento está en constante evolución. Si se está considerando alguna de ella es recomendable consultar a un experto para asegurar que se está utilizando la más reciente.

En nuestro trabajo estamos proponiendo utilizar radio que nos da una seguridad de encriptación AES 128 y a demás utilizar el sistema WPA2.



### 6. CONCLUSIONES

Las redes inalámbricas tienen un auge en los productos informáticos, por ellas se ha hecho más fácil nuestro trabajo en el mundo profesional y personal.

- ❖ Con la implementación del diseño propuesto se puede lograr que nuestra universidad posea una comunicación más eficiente entre el Edificio Central, Campus Médico y Campus Agropecuario.
- ❖ Con nuestro diseño modernizamos la conexión entre los tres puntos antes mencionados, proporcionando un ancho de banda satisfactorio y reduciendo el costo de mantenimiento.
- ❖ Además con el diseño propuesto garantizamos la redundancia de conectividad que la red actual no presenta.
- ❖ El tipo de radio sugerido (Airmux 200) ofrece encriptación AES 128, lo que nos dará una mejor seguridad y además se utilizará el sistema de WPA2.

El diseño se ha implementado parcialmente en el enlace entre Edificio Central (Anexo2, plano1.1) y el Campus Agropecuario (Anexo 2 plano 3.1), cuando se tengan los equipos necesarios se concluirán los otros dos puntos, esto garantizará redundancia y confiabilidad a la red.



### 7. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado un diseño para mejorar el servicio de la universidad de las facultades ya mencionadas damos algunas recomendaciones al respecto:

1. Se propone utilizar radio a 48 Mbps y no los de 54 Mbps ya que el performance o rendimiento es parecido y los radios sugeridos (Airmux 200) permiten transmitir voz (conectarlos a plantas telefónicas) y datos, además de tener un costo menor.
2. Instalar este tipo de radio tanto en la facultad de Ciencias Medicas, como en el Campus Agropecuario y entre ambos puntos ya que este tipo de radio ofrece muchas ventajas para poder garantizar la redundancia.
3. Se recomienda para la administración automática de la redundancia utilizar switches administrables con control automático de flujos de datos.
4. Examinar la red frecuentemente para comprobar que no existan conexiones no autorizados.
5. Capacitar ampliamente al personal por empresas proveedoras y otras instituciones para la reparación y mantenimiento de enlace inalámbrico.
6. Es importante que se siga investigando sobre este tema, ya que la implementación que se hará en fechas próximas le dará una mejor eficiencia a la universidad, de igual manera tanto los docentes, como a los estudiantes gozarán del mismo beneficio



## 8. BIBLIOGRAFIA

### Libros de Redes:

- Stallings, William: Comunicación y Redes de Computadoras. 6ta Edición, Prentice\_Hall, 2000.
- Tanenbum, Andrew: Redes de Computadoras. 3ra.Edición, Prentice\_Hall, 1997.
- Carballar, José Antonio: Como construir una red inalámbrica, 2da Edición.
- Merilee Ford, H. Kim Lew Tecnología de interconectividad de redes, 3ra. Edición.

### Referencia En Internet

Información acerca de la seguridad en las redes inalámbricas.

[www.kriptopolis.com](http://www.kriptopolis.com)

Información acerca de los productos de las redes inalámbricas.

[www.ciudadwireless.com](http://www.ciudadwireless.com)

[www.riskinformatica.com](http://www.riskinformatica.com)

Transparencia y apuntes de redes de computadoras, universidad de Alcalá, curso 2001-2002.

<http://it.aut.uah.es/alarcos/docentes/rcie.htm>



## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Glosario

**AC:** Corriente Alterna.

**ASD:** Agencia Sueca para el desarrollo

**Bridge:** Puente. Es un dispositivo que interconecta dos redes que utilizan el mismo protocolo haciéndolas funcionar como si se tratara de una sola red. Los puntos de acceso hacen la función de bridge.

**CSMA/CD:** Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones. Es un mecanismo de acceso al medio de transmisión, a través del cual los dispositivos que se encuentran listos para transmitir información, verifican primero el canal, para ver si hay portadora. Si no se detecta alguna portadora en un periodo específico dicho dispositivo pueden transmitir. Si dos dispositivos fueran a transmitir al mismo tiempo, se presenta una colisión y esta es detectada por: dispositivo en colisión.

**dB:** Decibelio, unidad logarítmica de intensidad usada para indicar potencia ganada o perdida entre dos señales.

**dBd:** Ganancia en decibelios referente a una antena dipolo de onda-media estándar. Esto es una referencia más realista de ganancia de antena.

**dBm:** decibelio referente a un milivatio dentro de una impedancia de 50 ohmios (normalmente)  $0\text{dBm} = 1\text{Mw}$

**DHCP:**(Protocolo de configuración dinámica del host) Es un protocolo que permite que un servidor asigne dinámicamente las direcciones IP a los ordenadores clientes, conforme éstos las van necesitando. La mayoría de los router incluyen la función del servidor DHCP

**DNS:** Sistema de Nombres de Dominio. Este sistema es el encargado de traducir los nombres de dominio de los ordenadores conectados a Internet en direcciones IP.



**DSSS:** Espectro Expandido por Secuencia Directa. Es la técnica de modulación utilizada por los sistemas IEEE 802.11b para transmitir datos a alta velocidad.

**E1:** Es un enlace digital que contiene 30 canales de información, de 64Kbps y 2 de sincronización. En total transportan 2.048Mbps. Las líneas E1 pueden estar dedicadas al uso privado de las operaciones.

**Fast Ethernet:** Es cualquiera de las especificaciones Ethernet a 100Mbps. Ofrece un incremento de velocidad a la especificaciones Ethernet.

**Firewall:** Dispositivo responsable de filtrar las comunicaciones entrantes y salientes de una red a otra. Solo deja pasar aquel tipo de comunicación y direcciones que estén autorizadas.

**FTP:** Protocolo de Transferencia de Archivos. Es un protocolo de Internet que permite transferir archivos de un ordenador a otro.

**Gateway:** Pasarela. Es un sistema informático que transfiere datos entre dos aplicaciones o redes incompatibles entre sí. El gateway adapta el formato de los datos de una aplicación a otra o de una red a otra. Se utiliza generalmente para interconectar dos redes distintas o para hacer que una aplicación entienda los datos generados por otra aplicación distinta.

**GSM:** Servicios de Mensajes Cortos. Es una tecnología estandarizada por el CEPT (Conferencia de Correos y Telecomunicaciones Y Europeas).

**IEEE:** Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad. Organización Profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de los estándares de comunicación de redes.

**ISM:** Industrial, Científica y Médica. Estas siglas hacen referencia a la banda de frecuencias radioeléctricas reservadas a aplicaciones de este tipo.

**ISO:** Organización Internacional para la normalización: Esta organización ha definido los protocolos de comunicaciones conocidos como ISO/OSI utilizados por las redes públicas de conmutación de paquetes

**LLC:** Control de Enlace Lógico. Es la subcapa más alta de las dos subcapas de la capa de enlace de datos definidos por el IEEE.



**LMDS:** Tecnología inalámbrica vía radio para comunicación entre puntos fijos.

**MAC:** Control de Acceso al Medio. Es la subcapa inferior de las dos subcapas de la capa de enlace de datos, definida por el IEEE.

**MODEM:** Modulador, Demodulador. Es un dispositivo que convierte señales digitales en analógicas.

**OFDM:** Multiplexado Ortogonal por división de frecuencia. Es una técnica de modulación utilizada por las redes de área local inalámbrica de alta velocidad. Permite transmitir datos de hasta 54 Mbps.

**OSI:** Interconexión de Sistema Abiertos. Se trata de una serie de protocolos normalizados por la Organización Internacional para la normalización, ISO.

**PLCP:** Procedimiento de convergencia de la capa física.

**Portadora:** es una onda electromagnética o corriente alterna de una sola frecuencia, apta para ser modulada por otra señal que contenga datos.

**Redundancia:** En interconectividad de redes, es la duplicación de dispositivos, servicios o conexión. Para que en caso de una falla, el dispositivo redundante, servicio o conexión puedan llevar a cabo el trabajo de los que fallaron.

**Router:** Es un sistema utilizado para transferir datos entre dos redes que utilizan un mismo protocolo. Un router puede ser un dispositivo software, hardware o una combinación de ambos. Los puntos de acceso, generalmente, hacen las funciones de router. A este equipo también se le conoce en español por el nombre de enrutador.

**SSID:** Identificador de conjuntos de Servicios. Es el parámetro que identifica la red inalámbrica. También se le conoce como nombre de Red.

**T1:** Conexión por medio de línea telefónica que transportan datos con velocidad de hasta 1.544.00bps. Aunque no es suficiente rápida para soportar video con movimiento a pantalla completa en tiempo real, es esta la velocidad más utilizada en Internet.

**TCP/IP:** Protocolo de Control de la Transmisión y Protocolo de Internet.



**TELNET:** Es una aplicación de Internet que permite el acceso remoto a otros ordenadores de la red y trabajar como si fuese un usuario local.

**WPA:** (Wi-Fi Protected Access) Son unas especificaciones de seguridad basada en el estándar 802.11i, que incrementa fuertemente el nivel de protección de datos y de control de acceso de las redes.

**WEP:** Protocolo de Equivalencia con red cableada. Es el sistema de cifrado de datos que incorporan las redes. Este sistema surgió con la idea de ofrecerle a las redes inalámbricas un estado de seguridad similar a al que tienen las redes cableadas.



**Anexo 2: Gráficos**  
**Plano 1. Edificio Central (Anteriormente)**





Plano 1.1 Edificio Central Actualmente





Plano 2 .Campus Médico





**Plano 3. Campus Agropecuario (Anteriormente)**





**Plano 3.1 Campus Agropecuario (Actualmente)**





### Anexo 3: Resultados Obtenidos de Evaluación y Prueba

#### ❖ Control del tráfico Campus Agropecuario - Edificio Central.

##### A las 10:25 AM

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 15 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 15 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 8 ms.

##### A las 10:32 AM

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 7 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>



Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 7 ms, Mínimo = 6 ms, Media = 6 ms.

### **A las 10:36 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 17 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 17 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 8 ms.

### **A las 10:50 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 14 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.



<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 14 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 7 ms.

### **A las 10:55 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 6 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 5 ms.

### **A las 11:00 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms



Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 6 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 5 ms.

### **A las 11:05 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 4 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 5 ms, Mínimo = 4 ms, Media = 4 ms.

### **❖ Control del Tráfico del Campus Medico al Edificio Central**

#### **A las 10:25 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 8 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 8 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms



Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 8 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 8 ms, Media = 8 ms.

### **A las 10:32 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 7 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 11 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 11 ms, Mínimo = 7 ms, Media = 9 ms.

### **A las 10:36 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 11 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms



Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 7 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 11 ms, Mínimo = 7 ms, Media = 9 ms.

### **A las 10:50 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 12 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 11 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 12 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 10 ms.

### **A las 10:55 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms



Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 10 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 10 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 9 ms.

### **A las 11:00 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 8 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 6ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 6 ms, Media = 8 ms.

### **A las 11:05 AM**

Haciendo ping a 192.107.104.2 con 32 bytes de datos:



Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 14 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 13 ms

Respuesta desde 192.107.104.2: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Estadística de ping para 192.107.104.2

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 14 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 11 ms.

### ❖ Control del Trafico Edificio Central al Campus Agropecuario

**A las 10:25 AM**

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148: bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 4 ms, Media = 5 ms.



### **A las 10:32 AM**

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 9ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 4 ms, Media = 5 ms.

### **A las 10:36 AM**

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 10 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 6 ms.



### **A las 10:50 AM**

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 4 ms, Media = 5 ms.

### **A las 10:55 AM**

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 5 ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 5 ms, Media = 6 ms.



### A las 11:00 AM

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 4 ms, Media = 5 ms.

### A las 11:05 AM

Haciendo ping a 192.168.57.148 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Respuesta desde 192.168.57.148 bytes 32 Tiempo = 4 ms

Estadística de ping para 192.168.57.148

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 9 ms, Mínimo = 4 ms, Media = 5 ms.



### ❖ Control del Tráfico Edificio Central al Campus Medico

#### A las 10:25 AM

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 23 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 12ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 12 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Estadística de ping para 192.168.71.250

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 23 ms, Mínimo = 10 ms, Media = 14 ms.

#### A las 10:32 AM

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 11 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Estadística de ping para 192.168.71.250

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>



Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 11 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 9 ms.

### **A las 10:36 AM**

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 20 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 13 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Estadística de ping para 192.168. 71.250

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 20 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 13 ms.

### **A las 10:50 AM**

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 19 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Estadística de ping para 192.168.71.250

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.



<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 19 ms, Mínimo = 10 ms, Media = 12 ms.

### **A las 10:55 AM**

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 22 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Estadística de ping para 192.168.71.250

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 22 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 12 ms.

### **A las 11:00 AM**

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 18 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 13 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 10 ms

Estadística de ping para 192.168.71.250



Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 18 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 12 ms.

### A las 11:05 AM

Haciendo ping a 192.168.71.250 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 19 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 13 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Respuesta desde 192.168.71.250 bytes 32 Tiempo = 9 ms

Estadística de ping para 192.168.71.250

Paquetes: Enviados = 4, Recibidos = 4, Perdidos = 0.

<0% Perdidos>

Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:

Máximo = 19 ms, Mínimo = 9 ms, Media = 12 ms.

### Anexo 4: Tabla de Encaminamiento

Destino	Máscara	Vía (Enlace)
192.168.71.1	255.255.255.0	192.168.71.0
192.168.57.1	255.255.255.0	192.168.57.0
Default	255.255.255.0	192.107.104.1
192.168.100.2	255.255.255.0	192.168.100.0
192.168.100.1	255.255.255.0	192.168.100.0