

**PROTOCOLO PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE CONECTIVIDAD  
INALÁMBRICA**

**CRISTIAN CAMILO ALZATE CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PRACTICAS ACADÉMICAS  
PEREIRA  
2012**

**PROTOCOLO PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE CONECTIVIDAD  
INALÁMBRICA**

**CRISTIAN CAMILO ALZATE CASTAÑEDA**

**INFORME DE PRACTICA ACADÉMICA**

**TUTOR  
DANIEL FELIPE BLANDÓN GÓMEZ  
INGENIERO DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PRACTICAS ACADÉMICAS  
PEREIRA  
2012**

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS .....	7
SÍNTESIS.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. INFORME DE UBICACIÓN .....	10
1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA .....	10
1.2 HISTORIA.....	10
1.3 MISIÓN.....	10
1.4 VISIÓN.....	11
1.5 VALORES .....	11
1.6 OBJETIVOS.....	11
1.7 SERVICIOS .....	11
1.7.1 TRANSMISIÓN DE DATOS.....	11
1.7.2 INTERNET CORPORATIVO .....	11
1.7.3 INTERNET PÚBLICO (ZONA WIFI).....	12
1.8 NUMERO DE EMPLEADOS.....	12
1.9 DEPARTAMENTO DONDE SE HACE LA PRACTICA .....	12
2. INTERVENCIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA.....	13
2.1 DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE INTERVENCIÓN.....	13

2.2 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN .....	13
2.3 EJE DE INTERVENCIÓN.....	13
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
4. JUSTIFICACIÓN .....	16
5. OBJETIVOS.....	17
5.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
6. MARCO TEÓRICO .....	18
6.1 ASPECTOS DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA.....	18
6.1.1 GEORREFERENCIACIÓN .....	18
6.1.2 COORDENADAS GEOGRÁFICAS .....	18
6.1.3 LÍNEA DE VISTA.....	18
6.1.4 ZONA DE FRESNEL.....	19
6.2 TIPOS DE MODULACIONES UTILIZADAS EN CONECTIVIDAD INALÁMBRICA.....	20
6.2.1 BPSK (BINARY PHASE SHIFT KEYING) .....	20
6.2.2 QPSK (QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING).....	21
6.2.3 QAM ( <i>QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION</i> ) .....	21
6.2.4 OFDM (ORTHOGONAL FREQUENCY-DIVISION MULTIPLEXING).....	22

6.3 INFRAESTRUCTURA Y NORMATIVIDAD DE TORRES PARA PROYECTOS INALÁMBRICOS.....	22
6.3.1 TORRES RIENDADAS O VENDADAS.....	23
6.3.2 NORMATIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN DE TORRES .....	24
6.4 ACOMETIDA ELÉCTRICA PARA PROYECTOS INALÁMBRICOS.....	25
6.4.1 SISTEMA PUESTA A TIERRA.....	25
6.4.2 APANTALLAMIENTO DE TORRES.....	26
6.4.3 CORRIENTE ALTERNA.....	26
6.4.4 CORRIENTE DIRECTA.....	27
6.4.5 CONVERSIÓN DE CORRIENTE ALTERNA A CORRIENTE DIRECTA .....	28
6.4.6 PÁNELES SOLARES .....	28
6.5 ASPECTOS GENERALES DE RADIO FRECUENCIA (RF) .....	28
6.5.1 BENEFICIOS.....	29
7. CRONOGRAMA.....	31
8. DEFINICIÓN DEL PROTOCOLO.....	32
8.1 ESTUDIO DE SITIO .....	32
8.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE.....	32
8.3 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA DE RADIOS .....	34
9. CONCLUSIONES .....	36
10. BIBLIOGRAFÍA .....	37

12. APÉNDICES ..... 38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Línea de vista entre dos puntos .....	19
Figura 2. Zona de Fresnel .....	20
Figura 3: Modulador BPSK.....	20
Figura 4: Modulador QPSK .....	21
Figura 5: Modulación OFDM .....	22
Figura 7: Corriente alterna .....	27
Figura 7: Corriente Directa .....	27
Figura 8: Espectro electromagnético .....	29
Figura 9: Perfil del enlace .....	33
Figura 10: Interface de Radwin Planner .....	34
Figura 11: Diseño Troncal.....	35

## SÍNTESIS

RESUMEN	ABSTRAC
<p>Con este informe se plantea un protocolo para la documentación de proyectos de conectividad inalámbrica de Media Commerce y sus características para la ejecución.</p> <p>Descriptores: Protocolo/Proyectos/Inalámbrica/Documentación/ Conectividad</p>	<p>This report presents a protocol for project documentation wireless connectivity and features Media Commerce for implementation.</p> <p>Descriptors: Protocol/Projects/Wireless/Documentation /Connectivity</p>

## INTRODUCCIÓN

El presente informe de práctica consiste en la realización de un protocolo para la formulación de proyectos de conectividad inalámbrica; actualmente la organización Media Commerce maneja esta información aislada del departamento inalámbrico ya que a éste llegan las solicitudes de nuevos proyectos pero sin un formato establecido proveniente de las dependencias encargadas de negociarlos.

Como objetivo general de este trabajo se planteó la construcción de un protocolo que permitiera documentar un proyecto desde que llega a la empresa, y que lograra abarcar los componentes a tener en cuenta al momento de analizar su viabilidad.

El método de ejecución del protocolo consiste en realizar un paso a paso en el que se diligenciarán unos formatos que contienen la información más importante sobre: el terreno, la infraestructura y la tecnología a utilizar. Esto con el fin de tener documentado cada proyecto, y ser apoyo en la toma de decisiones a la hora de realizar la inversión de equipos.

## 1. INFORME DE UBICACIÓN

### 1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA

Media Commerce Partners S.A

### 1.2 HISTORIA

Media Commerce Telecomunicaciones. es un Gran Operador Nacional de telecomunicaciones, que nació hace varios años en Barranquilla, comenzando como un proyecto casi familiar, transformándose al corto andar en una operación en constante crecimiento; adquiriendo pequeñas operaciones locales, desarrollando redes para carriers y operadores, pasando así a convertirse en la mayor red de fibra óptica de Colombia.

Media Commerce es una Empresa perteneciente al International Telecommunications Holdings Ltd., el cual tiene inversiones en la India y EE.UU. Iniciando con grandes Centros de Gestión para el sector bancario y posteriormente adquiriendo y construyendo redes de fibra óptica en Colombia para incursionar en el sector de las telecomunicaciones.

Media Commerce Telecomunicaciones ha desarrollado importantes inversiones en infraestructura en su Red de fibra óptica, en protocolo Metro Ethernet IP, lo que permite prestar un servicio completamente compatible con las redes privadas de las empresas colombianas, con una cobertura tan amplia que nos permite decir con gran orgullo que nos hemos convertido en EL MAYOR OPERADOR DE TELECOMUNICACIONES EN REDES DE FIBRA ÓPTICA DE COLOMBIA. Sin lugar a dudas, este desarrollo no es sólo tecnológico, sino también humano, pues contamos con un equipo humano altamente calificado y capacitado en los procesos de instalación, operación y mantenimiento de nuestra red, desde Riohacha hasta Ipiales.

### 1.3 MISIÓN

Proporcionar soluciones innovadoras de comunicaciones a través del uso de la mejor tecnología disponible, anticipando y superando siempre las necesidades de nuestros clientes, desarrollando la mejor calidad y buscando la excelencia en la provisión del mejor servicio, por medio de la preparación permanente de nuestro talento humano.

## 1.4 VISIÓN

Posicionarnos como la mejor alternativa en la provisión de servicios de comunicaciones por su calidad y su innovación permanente generando constantemente el mejor valor agregado.

## 1.5 VALORES

Innovación  
Cumplimiento  
Integridad  
Compromiso

## 1.6 OBJETIVOS

Mejorar y consolidar la eficiencia de nuestra empresa  
Satisfacer a nuestros clientes  
Cumplir con nuestros compromisos  
Incrementar progresivamente nuestra cobertura

## 1.7 SERVICIOS

### 1.7.1 Transmisión de datos

Este servicio permite interconectar dos o más redes LAN (locales o nacionales), punto a punto y punto a multipunto en protocolo IP, a velocidades nx64Kbps.

### 1.7.2 Internet corporativo

Internet corporativo permite interconectar las redes de sus clientes a internet, a altas velocidades, haciendo uso de enlaces dedicados sobre VLANS y redes aseguradas con protocolos de encriptación de hasta 128bits.

### 1.7.3 Internet público (zona wifi)

Las soluciones de internet inalámbrico que MEDIA COMMERCE ofrece a empresas que requieran este servicio en áreas abiertas o lugares públicos, son diseñadas con los últimos estándares de servicio para este tipo de redes y protegidas perimetralmente de acuerdo a las normas internacionales para garantizar confidencialidad y un óptimo desempeño dentro del sitio.

### 1.8 NUMERO DE EMPLEADOS

En la actualidad cuenta aproximadamente con 600 empleados contratados de manera directa.

### 1.9 DEPARTAMENTO DONDE SE HACE LA PRACTICA

Redes y tecnología, de este departamento depende el área de soporte técnico, centro de gestión, sistemas, WDM<sup>1</sup> e inalámbrica en el cual se hará el desarrollo de la práctica académica.

---

<sup>1</sup> *Wavelength division multiplexing (Multiplexación por división de onda)*

## **2. INTERVENCIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA**

### **2.1 DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE INTERVENCIÓN**

Media Commerce como empresa de telecomunicaciones, cuenta al interior de su estructura orgánica con un departamento de soluciones inalámbricas; el cual tiene a su cargo la implementación y desarrollo de proyectos de cobertura inalámbrica.

En la actualidad la empresa realiza la implementación de numerosos proyectos, cuyo objeto es; principalmente para dar conectividad en diferentes sectores de manera inalámbrica o mediante enlaces satelitales.

El eje de intervención que se realizará en el proceso de esta práctica académica es: la construcción de un protocolo para la formulación de proyectos de conectividad inalámbrica, el cual estará diseñado para documentar cada proyecto antes de su ejecución.

### **2.2 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN**

Media Commerce es una empresa que ha venido creciendo considerablemente en lo que a cobertura inalámbrica se refiere. Cada licitación nueva que llega a la empresa es estudiada para brindar una solución de conectividad 100% inalámbrica, usando infraestructura presente o instalando nueva de ser posible.

Por tal razón, hay necesidad de un protocolo para la formulación de proyectos de conectividad inalámbrica, donde se maneje la documentación de cada proyecto y de esta manera, la empresa tenga implementaciones exitosas de dichos proyectos.

### **2.3 EJE DE INTERVENCIÓN**

El protocolo para la formulación de proyectos de conectividad inalámbrica, hará parte activa de la documentación de cada proyecto inalámbrico. Éste contempla: Aspectos ambientales, infraestructura y tecnologías inalámbricas para que la empresa tome la mejor decisión al momento de ejecutar un proyecto, todo debidamente documentado y centralizado.

En el análisis y la formulación de cada proyecto con el uso del protocolo, se busca que simplemente con seguir unos pasos se puedan tener elementos confiables para garantizar la viabilidad del proyecto, tales como:

- Ubicación de los terrenos para la instalación
- Contactos o servidumbre
- Aspectos ambientales que se deben cumplir
- Acometida eléctrica para la instalación de los componentes necesarios para el funcionamiento eléctrico de las radio bases
- Estudio de las diferentes frecuencias y equipos de Radio Frecuencia
- Calculo de frecuencias óptimas, que dependen de los aspectos climatológicos y topográficos.

Estos y otros tópicos son parte fundamental de la estructura del protocolo.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente, llegan a la empresa Media Commerce licitaciones de proyectos de conectividad de datos, estos proyectos como primera alternativa son evaluados para darles servicio por radio; ya sea con radio bases existentes o nuevas. Y como segunda opción, se tiene la tecnología satelital.

Para llevar a cabo este proceso Media Commerce no cuenta con un protocolo para desarrollar y ejecutar dichos proyectos, lo cual hace que estos no queden documentados a la hora de hacer una viabilidad, por tanto, la empresa no conserva un archivo que de cuenta del trabajo que se realiza desde el departamento inalámbrico.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Con base en el problema que se identifica, este trabajo pretende dar un orden, una dirección clara al momento de documentar y ejecutar un proyecto, para no redundar en esfuerzos que, en última instancia se traducen en gastos económicos.

Este protocolo servirá a: técnicos, jefes de zona y coordinadores, para reducir esfuerzos en la obtención de información referente a cada proyecto, en aspectos como: coordenadas de sitios, tipo de torres a utilizar, acometidas eléctricas, contactos del sitio y la elección de equipos de radio adecuados.

Con esta información se generará una buena implementación para reducir costos, ya que en proyectos pasados se ha redundado en visitas a sitios por carecer de una documentación completa.

Al seguir el protocolo se obtendrían tiempos de respuesta mas óptimos para beneficio de la empresa, ya que toda la información reposaría en un solo documento.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un protocolo para la formulación de proyectos de conectividad inalámbrica, que permita documentar y determinar de acuerdo al (a los) terreno(s), cuál sería la ubicación e instalación de los equipos de radio y qué características serían necesarias para su elección.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir una serie de formatos que contengan la información necesaria para la formulación de un proyecto de conectividad inalámbrica.
- Definir los componentes mínimos a tener en cuenta en la instalación de radio bases.
- Documentar la forma de diligenciar el protocolo para proyectos de conectividad inalámbrica en Media Commerce.

## 6. MARCO TEÓRICO

En la realización de la práctica académica fue necesario estudiar, entender y comprender algunos temas importantes que presentan estrecha relación con el eje de intervención y cómo se evidencian en la estructura de este trabajo.

### 6.1 ASPECTOS DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA

#### 6.1.1 Georreferenciación

Según Ferrer Torio Rafael. (1987). "E una técnica geográfica, que consiste en asignar mediante cualquier medio técnico apropiado, una serie de coordenadas geográficas procedentes de la ubicación" (p18)

Básicamente consiste en ubicar los sitios a viabilizar en planos, en nuestro caso usamos la aplicación (Google Earth).

#### 6.1.2 Coordenadas geográficas

"Las coordenadas geográficas se utilizan para definir puntos de referencia sobre la superficie de la tierra, hay varios tipos de coordenadas pero el sistema que nos interesa y el cual, manejamos, es el que emplea la latitud y la longitud (Grados Polares y Grados, Minutos y Segundos), ya que este sistema es el más utilizado en GPS y en los software de simulaciones.

La latitud son las líneas paralelas que rodean la circunferencia de la tierra en el plano horizontal, la cual su punto de partida la línea de ecuador y la longitud son las líneas meridianas donde su punto de partida es el meridiano de Greenwich". (Ferrer Torio Rafael, 1987, 26).

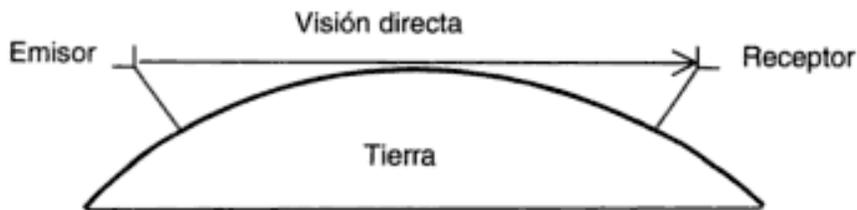
#### 6.1.3 Línea de vista

La línea de vista se refiere al espacio libre que existe entre dos puntos sin obstáculos en el medio. Pero hay una serie de problemas que hacen que no haya línea de vista como lo son: la curvatura de la tierra, las características geográficas, edificios y arboles e incluso la obstrucción de la zona de fresnel.

Las soluciones que se pueden dar para que haya una línea de vista son: ubicar las antenas en un nuevo punto o aumentar la altura de las torres.

El modo de propagación de visión directa que funciona, según Faundez Zanuy, (2001) “En este modo, la ondas electromagnéticas se propagan en línea recta. Por tanto, la propagación se hace sobre el horizonte, y dada la curvatura de la tierra, no son posibles grandes alcances. Las torres emisoras y receptoras suelen estar ubicadas en torres elevadas, para asegurar la visión directa entre ellas. Este modo es el dominante para frecuencias superiores a 30MHz” (p 72)

Figura 1. Línea de vista entre dos puntos



Fuente: (Faundez Zanuy, 2001,72)

#### 6.1.4 Zona de fresnel

“Las zonas de fresnel son elipsoides de revolución cuyo eje mayor tiene una longitud de  $R+n\lambda/2$ . La intersección de las zonas de fresnel con el plano P son circunferencias cuyo radio puede calcularse para el caso que sea mucho menor que  $d1$  y  $d2$  como:  $Rn = \sqrt{2n\lambda \frac{d1 d2}{d1+d2}}$ ” (Ángel Cardama Aznar, 1998,48)

Figura 2. Zona de Fresnel

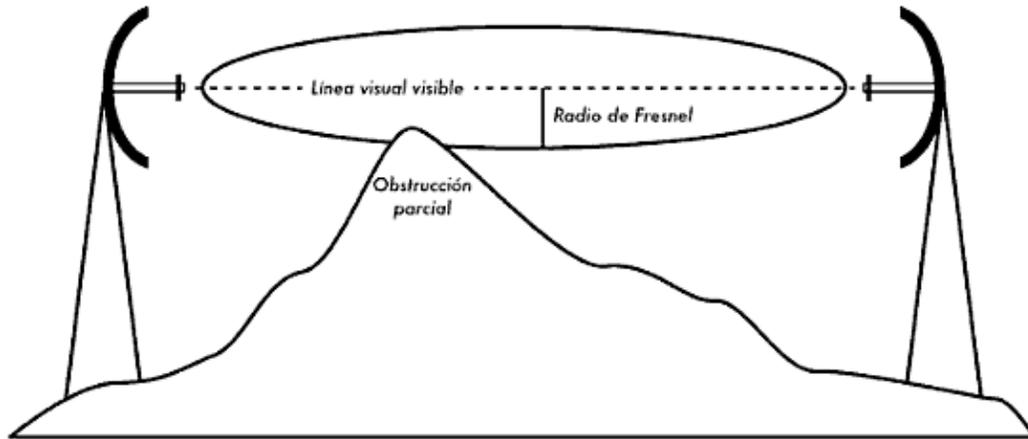


Figura 2.10: La zona de Fresnel es bloqueada parcialmente en este enlace, aunque la línea visual no está obstruida

Fuente: (Rob Flickenger, 2006, Redes Inalámbricas en los países desarrollados, 25)

Podemos concluir que la zona de fresnel es un despeje adicional que se debe tener en cuenta en los enlaces de radio, además de la línea de vista entre dos puntos, la cual es generada por obstáculos que causan reflexiones y cambios de fase de la señal, dando como resultado aumentos o disminución en el nivel de intensidad de las señal recibida.

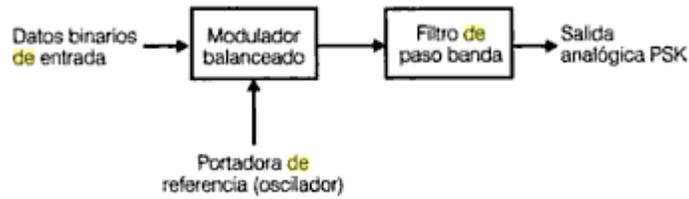
La obstrucción máxima permeable para que no haya obstrucción es del 40% de la primera zona de fresnel y la obstrucción máxima recomendada es del 20%.

## 6.2 TIPOS DE MODULACIONES UTILIZADAS EN CONECTIVIDAD INALÁMBRICA

### 6.2.1 Bpsk (Binary phase shift keying)

Modulación por desviación de fase binaria son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia portadora.

Figura 3: Modulador BPSK



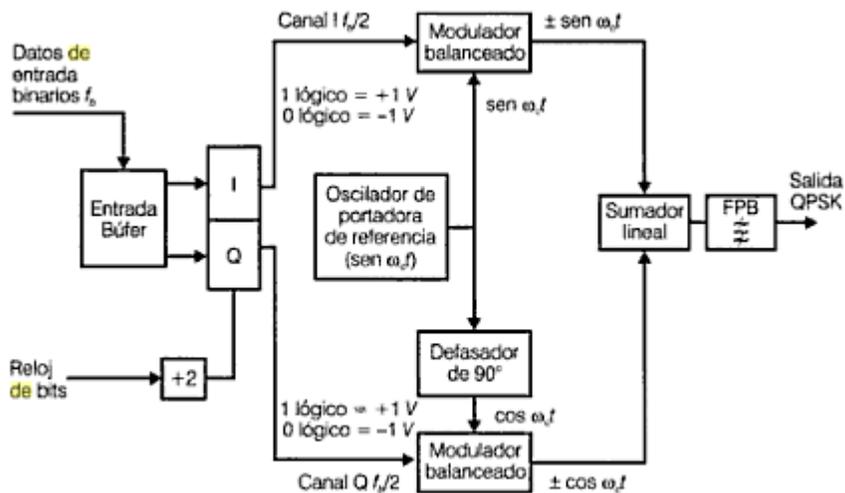
**Figura 5.7 Modulador BPSK.**

Fuente: (Herrera, 2004, 128)

### 6.2.2 Qpsk (Quadrature phase shift keying)

“La modulación por fase cuaternaria es una modulación de amplitud constante. En la cual son posibles cuatro fases de salida para una sola frecuencia portadora. Para que esto funcione se necesita como mínimo la entrada de 2 bit para que se generen cuatro combinaciones posibles.” (Herrera, 2004, 135)

Figura 4: Modulador QPSK



**Figura 5.12 Modulador QPSK.**

Fuente: (Herrera, 2004, 135)

### 6.2.3 Qam (Quadrature amplitude modulation)

Modulación por amplitud en cuadratura es una técnica que combina la modulación de fase con la modulación en amplitud.

“Consiste en modular por desplazamiento en amplitud (ASK) de forma independiente, dos señales portadoras que tiene la misma frecuencia pero que están desfasadas entre sí 90. La señal modulada QAM es el resultado de sumar ambas señales ASK.” (Luis Gabriel Sierna, 2003,) La ecuación matemática de una señal modulada QAM es:

$$a_n \cos(wt) + b_n \sin(wt)$$

#### 6.2.4 Ofdm (Orthogonal frequency-division multiplexing)

La modulación por división ortogonal de frecuencia es una modulación, según Izaskun Pellejero, (2006) “Consiste en enviar la información modulando en QAM<sup>2</sup> o en PSK<sup>3</sup> un conjunto de portadoras de diferente frecuencias” (p 151).

Figura 5: Modulación OFDM

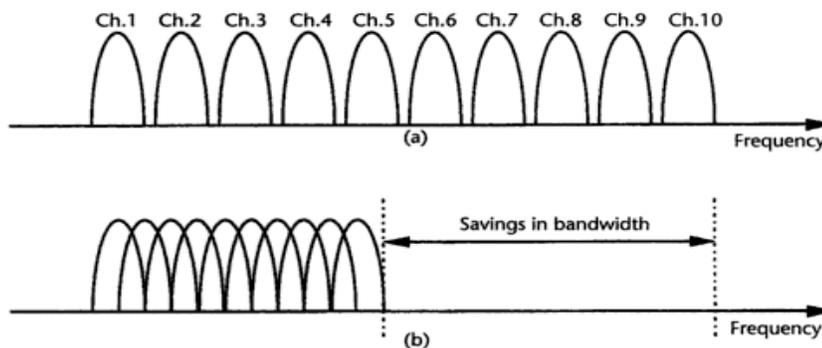


Fig. 2: a) Técnica Multiportadora convencional, b) Modulación con portadoras ortogonales (OFDM)

Fuente: (Álvarez Omar, 2010, Universidad de Colima, desde <http://www.fmre.org.mx/boletinesx/2010/boletin1029.html>)

### 6.3 INFRAESTRUCTURA Y NORMATIVIDAD DE TORRES PARA PROYECTOS INALÁMBRICOS

<sup>2</sup> Quadrature amplitude modulation

<sup>3</sup> Phase-shift keying

### 6.3.1 Torres riendadas o vendadas

“Entre los tipos de torres que existen para el montaje de antenas de telecomunicaciones, se encuentran las torres riendadas o vendadas.

Estas torres son estructuras que se producen tomando como base secciones triangulares conformadas por montantes, diagonales y horizontales que permiten generar módulos de 2,40 Mts. Si una estructura requiere una altura exacta se sumarán las secciones necesarias de 2,40 Mts y se hará una especial con la cantidad faltante.

El material de la estructura de las torres riendadas en un diseño triangular, está constituido por los siguientes elementos. Secciones de la torre para conformar la altura requerida (montantes, horizontales, diagonales y uniones) galvanizado Hot-dip. Todos los elementos necesarios para el anclaje de la torre, Varilla roscada con platina de anclaje para vientos - Platina de Vientos (las necesarias según la altura de la estructura) - Rigidizador (los necesarios según la altura de la estructura) - Platina de anclaje - Accesorios ( guaya, tornillería, tensores, guarda cabos, perros, pernos, etc.

Las torres son de base Triangular de acuerdo a las dimensiones que se requieran por la altura de cada una y al diseño de la empresa, generalmente se utiliza cuarenta centímetros (0.40 mts) de ancho entre centros de perforaciones en los montantes.

La cimentación de las estructuras debe corresponder al tipo de superficie planteada para su instalación.

El montaje de las torres incluye el proceso de fabricación y la ejecución de las labores requeridas para su instalación y pintura hasta dejarlas aptas para la colocación de las antenas.” (Martínez Manuel, 2010, M.A.M. & Cia. S.A.S desde <http://www.montajes-mam.com/servicios.php?id=15>)

### 6.3.2 Normatividad de construcción de torres

- Normas materiales

Según normas ASTM (American Society for Testing Materials).

Platinas y perfiles en acero ASTM A-36 A-283 C.

Pernos de anclaje en acero SAE 1020-1045.

Tornillos y tuercas en acero ASTM A-307 SAE grado 2.

Accesorios.

- Normas

Galvanizado para perfiles según normas ASTM A-123 (610 gr./m<sup>2</sup>)

Galvanizado para tortillería según normas ASTM A-153 (390gr/m<sup>2</sup>)

Estas son las especificaciones que certifican la calidad del galvanizado para estructuras metálicas, (tubería, tortillería, espárragos, arandelas, tuercas y guasas).

Espesor promedio de recubrimiento (NTC –2076 Y 3320)

- Elemento micras

Cal. Menor de 1/16”

MICRAS

Cal. Menor de 1/4”

- Norma de aplicación

Estructuras 45 100 NTC 3320

Tubería 45 75 NTC 3320

Tornillería espárragos

44 mínimo 54 promedio NTC 2076

Arandelas, tuercas, guasas

44 mínimo 54 promedio NTC 2076

ASTM A-307  
SAE GRADO 2

Estas normas equivalen a dureza y calidad de la tortillería (37.000 libras de presión sobre pulgada cuadrada).

- Norma de pintura

Norma de ICAO de la aeronáutica civil, pintura naranja y blanca

- Norma de luz de obstrucción

Juego de luces de obstrucción según normas FAA, consistente de doble luz para la cima, con foto control y sistema intermitente gradual, cable encauchetado 3 x 16 que cubre la altura de la torre más el 25% de esta, los tramos adicionales tendrán un sobre costo.

## 6.4 ACOMETIDA ELÉCTRICA PARA PROYECTOS INALÁMBRICOS

### 6.4.1 Sistema puesta a tierra

Según Moreno Ospina German (2007) *“Las puestas a tierra se diseñan y construyen con el fin de evacuar corrientes provenientes de fallas en el sistema de potencia, descargas eléctricas atmosféricas o cargas estáticas, sin riesgo de producir daños en personas y equipos”* (p 2)

La toma a tierra es un sistema de protección al usuario de los aparatos conectados a la red eléctrica. Consiste en una pieza metálica, conocida como *pica* o *electrodo* o *jabalina*, enterrada en suelo con poca resistencia y si es posible conectada también a las partes metálicas de la estructura de un edificio. Se conecta y distribuye por la instalación por medio de un cable de aislante de color verde y amarillo, que debe acompañar en todas sus derivaciones a los cables de tensión eléctrica, y debe llegar a través de los enchufes a cualquier aparato que disponga de partes metálicas que no estén suficientemente separadas de los elementos conductores de su interior.

Cualquier contacto directo o por humedades, en el interior del aparato eléctrico, que alcance sus partes metálicas con conexión a la toma a tierra encontrará por ella un camino de poca resistencia, evitando pasar al suelo a través del cuerpo del usuario que accidentalmente pueda tocar el aparato.

La protección total se consigue con el interruptor diferencial, que provoca la apertura de las conexiones eléctricas cuando detecta que hay una derivación hacia la tierra eléctrica en el interior de la instalación eléctrica que controla. Debe evitarse siempre enchufar un aparato dotado de clavija de enchufe con toma de tierra en un enchufe que no disponga de ella.

#### 6.4.2 Apantallamiento de torres

Apantallamiento: Elementos metálicos que se instalan alrededor de los dispositivos que se desean proteger contra los efectos de una perturbación.

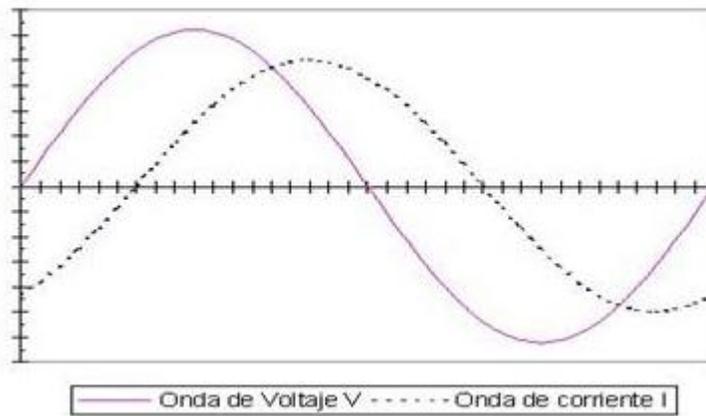
El dimensionamiento de un sistema de apantallamiento debe garantizar la protección de las personas, materiales y edificaciones expuestos a daños en caso de descargas atmosféricas directas, cumpliendo con los criterios de seguridad recomendados por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y las normas ICONTEC 4552 "Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas", ANSI/NFPA 780 "Standard for the Installation of Lightning Protection Systems" e IEC 1024 "Protection of Structures against Lightning".

Para el diseño del apantallamiento se utiliza el criterio de protección contra descargas mayores o iguales a 10 kA correspondiente a un radio de descarga  $r = 45$  m, recomendado por la Norma ANSI/NFPA 780. Las instalaciones sin sistema de apantallamiento, presentan un riesgo de exposición de una descarga cada 7,87 años en promedio.

#### 6.4.3 Corriente alterna

Es aquella en la que el sentido del movimiento de los electrones varía en función del tiempo. La cual genera una señal por lo general senoidal.

Figura 7: Corriente alterna

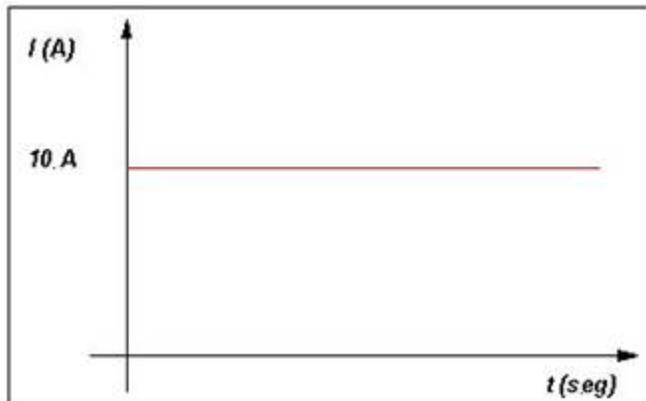


Fuente:( [http://www.profesormolina.com.ar/electromec/concep\\_fundamen.htm](http://www.profesormolina.com.ar/electromec/concep_fundamen.htm))

#### 6.4.4 Corriente directa

Es aquella en la que el sentido del movimiento de los electrones es siempre el mismo.

Figura 7: Corriente Directa



Fuente:( [http://www.profesormolina.com.ar/electromec/concep\\_fundamen.htm](http://www.profesormolina.com.ar/electromec/concep_fundamen.htm))

#### 6.4.5 Conversión de corriente alterna a corriente directa

Se rectifica la señal convirtiendo la entrada negativa en positiva usando un transformador para bajar el voltaje, a continuación se realiza un filtrado que disminuye el rizado de la señal pulsante ratificada obteniendo una señal triangular. Y de ahí la señal se nivela obteniendo una salida continua constante.

#### 6.4.6 Paneles solares

“Las células solares más habituales, que son la unidad básica del colector, están formadas por una unión p-n de silicio. Para reducir las pérdidas por reflexión, se recubre la cara superior (silicio tipo n que recibe la luz incidente) con una película anti reflectante y se adosa una parrilla metálica a la cara superior y una película metálica a la cara inferior, para recoger la electricidad generada y establecer el contacto con el circuito exterior” (LluisJutglar, 2004, 159).

Los paneles son sistemas formados por células solares, con tamaños de 8 a 10 centímetros cuadrados, agrupados para formar paneles de superficie de  $800 \text{ cm}^2$  los cuales suministran una potencia de 10W y de  $2.5 \text{ cm}^2$  el cual suministra una potencia de 300W.

### 6.5 ASPECTOS GENERALES DE RADIO FRECUENCIA (RF)

Radio frecuencia se refiere a corriente alterna que entra a una antena para genera las ondas electromagnéticas las cuales se propagan por el espacio libre en forma de ondas senosoidales.

No son algo realmente novedoso ni revolucionario dentro del mundo de la informática ya que sus inicios son de los años ochenta.

Surgieron por la necesidad de tener interconectividad dentro de espacios abiertos en los que no se podía llegar con cables tan fácilmente.

Figura 8: Espectro electromagnético

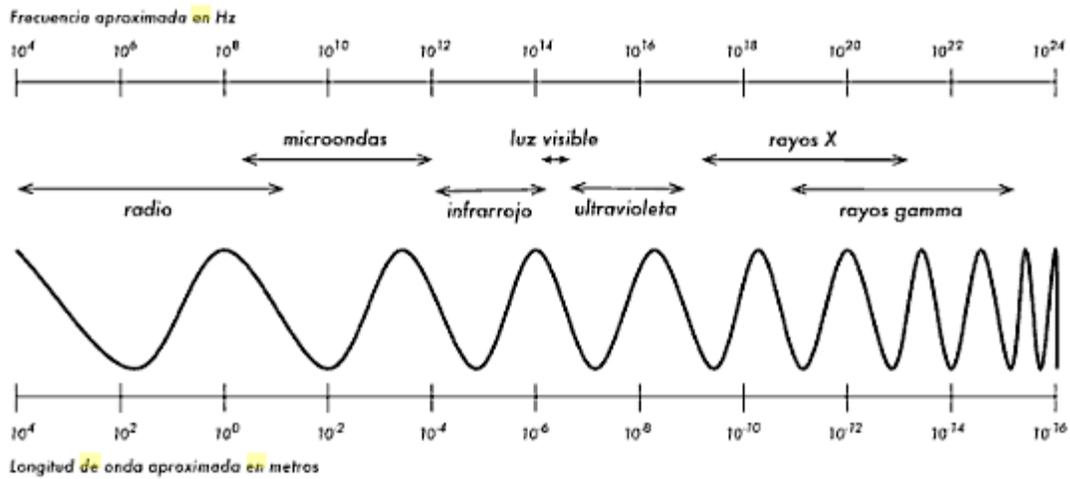


Figura 2.3: El espectro electromagnético.

Fuente: (Redes Inalámbricas en los países desarrollados, 2006, 15)

### 6.5.1 Beneficios

- Movilidad: Proveen a los usuarios de una LAN acceso a la información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización.
- Simplicidad: Es rápida y fácil de instalar y además elimina o minimiza la necesidad de tirar cables.
- Flexibilidad en la instalación: Permite a la red ir donde la alámbrica no puede ir.
- Inversión rentable: Tiene un costo de inversión inicial alto, pero los beneficios y costos a largo plazo son superiores en ambientes dinámicos que requieren acciones y movimientos frecuentes.
- Escalabilidad: Pueden ser configurados en una amplia variedad de topologías. Las configuraciones son fáciles de cambiar y además es sencilla la incorporación de nuevos usuarios a la red.
- Secuencia de Saltos (frequency Hopping). Infrarrojo. Utilizan muy altas frecuencias, justo abajo del espectro de la luz visible para transportar datos. No puede penetrar objetos opacos, ya sea directamente o

indirectamente (reflectiva). Se reduce la conectar dos redes fijas. La tecnología reflectiva no requiere línea de vista pero se limita a cuartos individuales en zonas cercanas.

## 7. CRONOGRAMA

A	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A1	X	X	X	X																
A2					X	X														
A3							X													
A4								X												
A5									X	X										
A6											X	X	X	X						
A7															X	X				
A8																	X	X		
A9																			X	X

- A1: Elaborar informe de ubicación
- A2: Elección del eje de intervención
- A3: Elaborar justificación
- A4: Elaborar situación problemática
- A5: Elaborar objetivos
- A6: Elaborar marco teórico
- A7: Elaborar protocolo
- A8: Elaborar introducción
- A9: Elaborar conclusiones

## 8. DEFINICIÓN DEL PROTOCOLO

Para la construcción del protocolo para la intervención de proyectos de conectividad inalámbrica se tuvieron en cuenta los aspectos más relevantes presentes en cada proyecto.

Dentro de este apartado, se describirá en qué consiste cada componente del protocolo con sus respectivos formatos.

### 8.1 ESTUDIO DE SITIO

En el estudio de sitio se documentan: los datos del cliente, los requerimientos, se estudia el sitio con el fin de levantar información del estado ambiental, infraestructura eléctrica y georreferenciación del predio.

Esta información se debe diligenciar en los formatos S1, S2, S3, S4 y S5 los cuales se anexan en los apéndices del trabajo; es de gran importancia su diligenciamiento para poder seguir con el siguiente paso del protocolo.

Formato S1: En este formato se consignan los datos del cliente y el requerimiento del canal de datos.

Formato S2: Aquí se describe la información del predio, ubicación, georreferenciación y el contacto del dueño.

Formato S3: Se consigna la información del estado de la acometida eléctrica del sitio.

Formato S4: Se dibuja un diagrama de piso (plano) de cómo llegar al sitio y el punto de ubicación de la radio base.

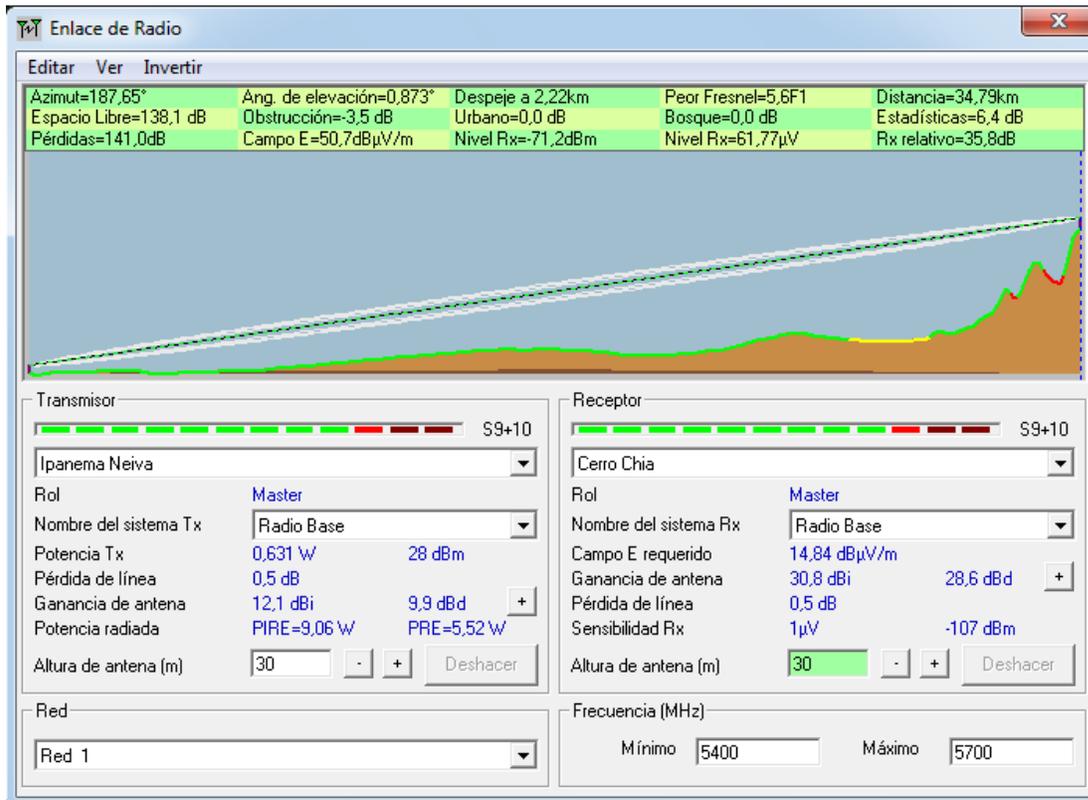
Formato S5: Aquí se agrega una fotografía de donde va quedar el cuarto de equipos y el cableado estructurado.

### 8.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE

Para realizar la evaluación de las características del enlace se toma como referencia la información obtenida en el estudio de sitio, la cual se simula con aplicaciones tales como: Radio Mobile o Radwin Planner, y se procede a llenar el formato S6.

Formato S6: Este formato se diligencia de acuerdo con la información arrojada por las aplicaciones Radio Mobile y Radwin Planner.

Figura 9: Perfil del enlace



Fuente: Radio Mobile

Este es el perfil de un enlace que genera Radio Mobile

Figura 10: Interface de Radwin Planner

		RADWIN 2000	RADWIN 5000 HPMP	WinLink 1000
<b>Product</b>	Band	5.730-5.845 GHz FCC/IC Integrated ▾		
	Series	RADWIN 2000 C ▾		
<b>Radio</b>	Channel Bandwidth	20 MHz ▾ / Auto ▾ ?		
	Tx Power	18 dBm [-8 - 18]		
	Antenna Type	Dual ▾ +3 dB		
	Antenna Gain	Site A 23 Site B 23 dBi		
	Cable Loss	Site A 0 Site B 0 dB		
	EIRP	44 dBm / 25.1 Watt		
	Fade Margin	6 dB		
	Rate	130 Mb/s (2 x 64-QAM 0.83) ▾ Adaptive <input checked="" type="checkbox"/>		
	Expected RSS / Fade Margin	-64 dBm		
	<b>Range</b>	Min	0.1 Km / 0.1 Miles	
Max		15.4 Km / 9.6 Miles		
Required/Climate		10 Km ▾ Coordinates / Good (C=0.25) ▾ ?		
<b>Services</b>	Type	Ethernet Only ▾		
	Ethernet Throughput	88.5 Mb/s (48.5 Mb/s Full Duplex)		
<b>Installation</b>	Antenna height for LOS	9 Meter / 30 Feet		
		7 Meter / 23 Feet (0.6 Fernel)		
		2 Meter / 7 Feet (Boresight clearance)		
		Calculate	Help	

Fuente: Radwin Planner

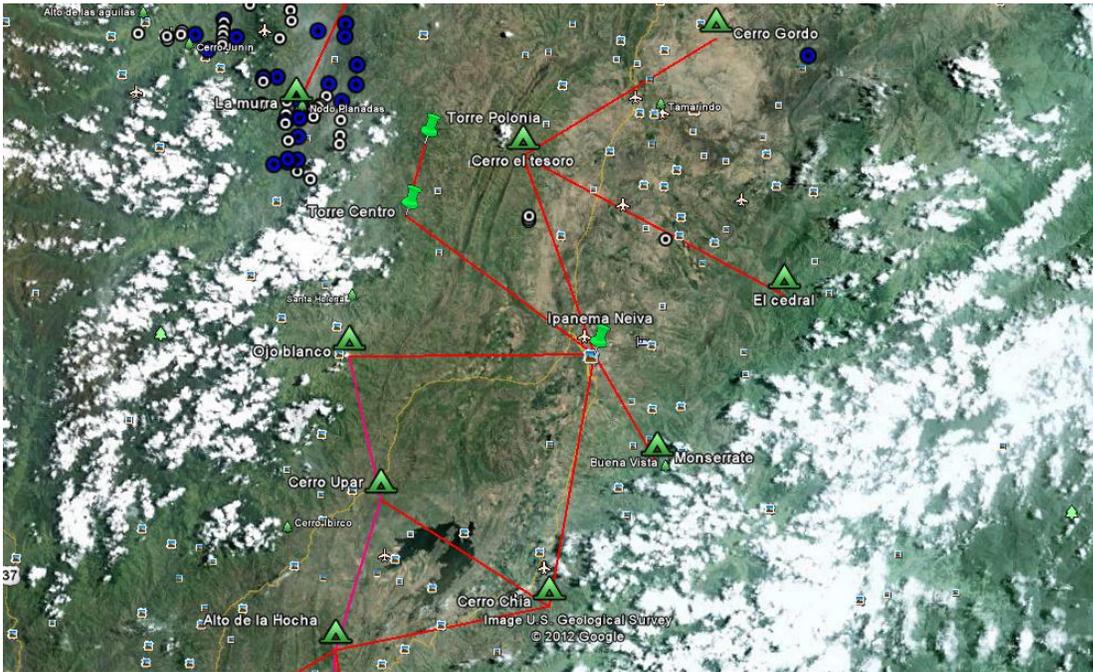
Esta es la interface que tiene la aplicación de Radwin Planner para calcular los parámetros y características del enlace.

### 8.3 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA DE RADIOS

Con base en el análisis realizado a las características del enlace y dependiendo de éste, se procede a seleccionar la tecnología de RF para la solución. Se realiza un levantamiento de información de radio bases y la(s) tecnología(s) existente(s) en sitio, las cuales se consignarán en el formato S7 (apéndice de este trabajo) para el diseño de la troncal.

Formato S7: Este formato contiene la información de la tecnología inalámbrica a instalar y existente (si la hay), y la cantidad de enlaces viables.

Figura 11: Diseño Troncal



Fuente: Google Earth

Esta imagen muestra las coordenadas geográficas de los sitios cargadas en Google Earth y define cómo quedaría el diseño de la troncal.

Estos 3 pasos contemplan información importante para realizar una documentación y ejecución de proyectos de conectividad inalámbrica, el cual ayudara a la compañía a tener un historial de cada uno de éstos.

Este protocolo de conectividad inalámbrica es la versión 1, posteriormente se actualizara esta versión de acuerdo a las necesidades futuras de la compañía

## 9. CONCLUSIONES

Elaborar los formatos indicados para el levantamiento de información necesaria en un proyecto inalámbrico, facilitó la documentación e impuso un orden en la formulación de estos.

Construir un protocolo para darle simplicidad y eficiencia a la ejecución de proyectos inalámbricos, sirvió también para tener un historial de cada proyecto ejecutado en la organización.

Definir los componentes mínimos para un proyecto de conectividad fue simple, como se observa en cada formato. Quedaron evidenciados y son tenidos en cuenta al momento de la ejecución del proyecto.

Documentar el protocolo para los proyectos de conectividad, sentará las bases para nuevas versiones o actualizaciones que respondan a necesidades futuras de la empresa.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Cardama Aznar, Angel. (1998). *Antenas: España*. UPC.

Herrera, P. (2004). *Comunicaciones II*. México. Limusa.

Herrera, P. (2003). *Tecnología y transmisión de datos*. México. Limusa.

Hewitt, Paul G. (2004). *Física Conceptual*. México: Pearson Educación.

Izaskun, Pellejero. (2006). *Fundamentos y aplicaciones en seguridad en redes WLAN*. España. Marcombo

Faúndez Zanuy, Marcos. (2001). *Sistemas de comunicaciones*. España. Marcombo.

Lluis, Jutglar. (2004). *Energía Solar*. España. Ceac.

Moreno Espina, German. (2007). *Fundamentos e Ingeniería de las puestas a tierra*. Colombia. Universidad de Antioquia.

Ferrer Torio Rafael. (1987). *Astronomía de Posición*. España. Universidad de Cantabria.

Rob Flickenger. (2006). *Redes Inalámbricas en los países desarrollados*. Limehouse book sprint team.

Martínez Manuel, 2010, M.A.M. & Cia. S.A.S desde <http://www.montajes-mam.com/servicios.php?id=15>) consultado el 20-03-2012 a las 8:00 pm.

(Álvarez Omar, 2010, Universidad de Colima, desde <http://www.fmre.org.mx/boletinesx/2010/boletin1029.html>) consultado el 13-04-2012 a las 8:30 pm.

Portafolio Media Commerce desde <http://www.mediacommerce.net.co/> consultado el 12-03-04-2012 a las 4:00 pm.



S2

Estudio de condiciones iniciales para instalación				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para instalar torre (nodo) se requiere un punto geográficamente alto, con vista sin obstrucción en el mayor entorno posible, y con fuente de alimentación eléctrica cercana.</li> <li>2. Se requiere priorizar fuente de alimentación eléctrica, en su orden, casa mas cercana, cables de media o baja tensión proveedor sitio, o viabilizar espacio para paneles solares, la decisión de la fuente ac dependerá mucho de la visita al sitio y la facilidad de la instalación el recurso sugerido por el personal en sitio.</li> <li>3. Se requiere tomar toda la información posible de contactos en sitio (nombres, teléfonos, etc).</li> <li>4. Se requiere información de acceso al cerro y detalles para transporte de materiales.</li> <li>5. Como mínimo se requieren 11 fotos, se sugiere tomar mucha evidencia fotográfica de todos los detalles que se consideren importantes.</li> </ol>				
Datos Generales				
Proyecto				
Fecha de visita				
Nombre del cerro				
Coordenadas geográficas	N			
	W			
Ubicación (Vereda-Finca,Etc)				
Municipio				
Encargado área				
Teléfono(s)				
Dueño predio				
Teléfono(s)				
				
Datos técnicos generales				
	Si	No		
Existe disponibilidad para instalación torre			Observación	
se realiza compromiso con propietario / encargado (formato intención)			Observación	
Toma foto coordenadas en sitio			Observación	
8 fotos entorno (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°, 360°)			Observación	
Existe corriente eléctrica cerca			Observación	
Que tipo (casa - media - baja tensión)			Observación	
Distancia desde toma eléctrica a torre			Observación	

Foto toma eléctrica			Observación	
Acceso a cerro (4x4, sencillo, caballo, a pie)			Cual?	Observación
Existe transporte publico a cerro	Días, horas recorridos			
Hay facturación electrificadora	nombre -teléfono			
Se requiere viabilizar panel solar (requiere compromiso de vigilancia con encargado área)	Observación			
Foto ubicación panel solar (si aplica)	Observación			
Grafico ubicación sugerida torre	Observación			
<b>Observaciones adicionales de sitio</b>				
Nombre contacto cerro			Media Commerce	
Firma / Telefono			Ingeniero/Teléfono:	



## REPORTE ELÉCTRICO

### Datos básicos del cliente

<b>Nombre</b>			
<b>Dirección</b>		<b>Teléfono</b>	
<b>Sucursal</b>		<b>Ciudad</b>	
<b>Funcionario que atendió</b>			
<b>Fecha/Hora</b>			

### Información del estado del sitio

<b>Estado de la edificación</b>	<b>BUENO</b>		<b>REGULAR</b>		<b>MALO</b>	
<b>Condiciones del salón de equipos</b>	<b>BUENO</b>		<b>REGULAR</b>		<b>MALO</b>	
<b>Estado del cableado interno</b>	<b>BUENO</b>		<b>REGULAR</b>		<b>MALO</b>	
<b>Cableado de acometida de pares</b>	<b>ESTADO</b>		<b>CAPACIDAD</b>		<b>DISTANCIA</b>	

### Condiciones eléctricas y ambientales

<b>Planta eléctrica</b>	<b>Capacidad total</b>				<b>KVA</b>	
	<b>Capacidad disponible</b>				<b>KVA</b>	
	<b>Autonomía</b>				<b>HORAS</b>	
	<b>Marca</b>					
<b>ups</b>	<b>Capacidad total</b>				<b>KVA</b>	
	<b>Capacidad disponible</b>				<b>KVA</b>	
	<b>Autonomía</b>				<b>MINUTOS</b>	
	<b>marca</b>					
<b>Regulador</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b>Marca</b>	
<b>Disponibilidad de toma eléctrica</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b># disponibles</b>	
<b>Voltaje ac promedio (*)</b>	<b>F-T</b>		<b>F-N</b>		<b>t-n</b>	
<b>Sistema de pararrayos</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b>Tierra separada</b>	
<b>Sistema de tierra</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b>Tierra unificada</b>	<b>OHMS</b>
<b>Aire acondicionado</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b>Extractor de aire</b>	
<b>ack para equipamiento</b>	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b># Bandejas requeridas</b>	

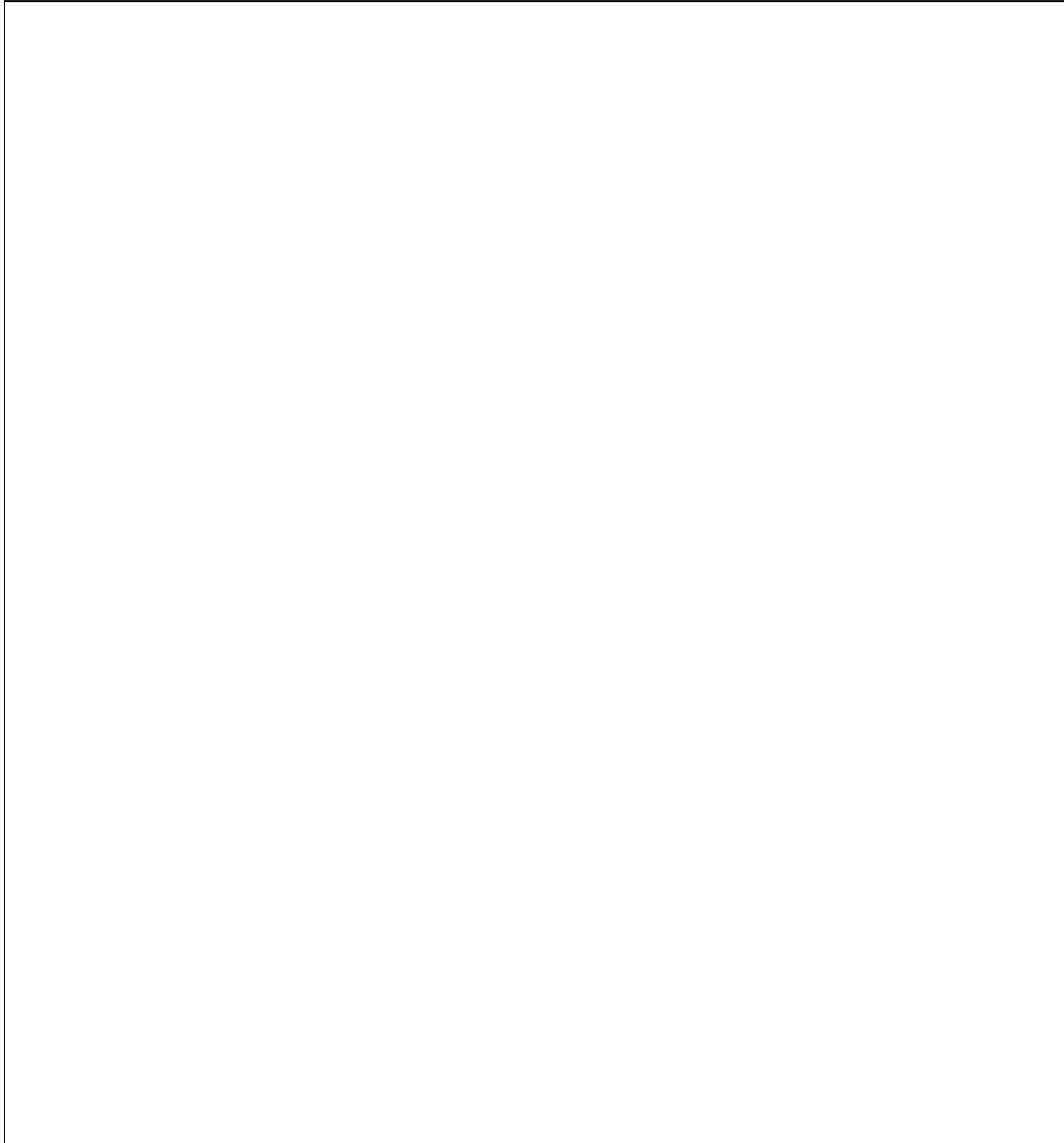
(\*) : Voltaje Fase – Neutro: Min. 110 Max. 120 V. ; Voltaje Tierra – Neutro: Menor de 1 V.

### Observaciones


S4



**DIAGRAMA DE PISO**





**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**Ubicación de cuartos de equipos de telecomunicaciones**

--

**Ruta de cableado**

--

**Observaciones**


S6

Características del enlace					
Proyecto					
Sitio A					
Sitio B					
Frecuencias					
Canal de ancho de Banda					
Ganancia de Antena					
Multiplexación					
Clima					
Ethernet Throughput					
Distancia					
Altura de la antena (A)					
Altura de la antena (B)					
Potencia Radiada equivalente					
Línea de vista					
% Zona de fresnel libre					
Azimut (A)					
Azimut (B)					
					
		Perfil del enlace			
				Observaciones	

		<b>ANÁLISIS DE LA NECESIDAD</b>
Proyecto		
Nro de radio bases existentes		
Tipo tecnología existente		
Nro de radio bases nuevas		
Tecnología a utilizar		
Nro de sedes viables inalámbricas		
Nro de sedes viables satelitales		
<b>Diseño de la troncal</b>		
<b>Observaciones</b>		