



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

“SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL CONTROL DE LAS RUTAS Y TIEMPOS DEL RECORRIDO DE BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE AMBATO”.

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones.

**SUBLINEA DE INVESTIGACION:** Comunicaciones Inalámbricas.

**AUTORA:** Catalina Alexandra Pico Gutiérrez

**TUTOR:** Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, Mg

Ambato - Ecuador

ABRIL, 2014

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “**SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL CONTROL DE LAS RUTAS Y TIEMPOS DEL RECORRIDO DE BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE AMBATO**”, de señorita Catalina Alexandra Pico Gutiérrez, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Abril, 2014

EL TUTOR

---

Ing. Giovanni Danilo Brito Moncayo

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “**SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL CONTROL DE LAS RUTAS Y TIEMPOS DEL RECORRIDO DE BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE AMBATO**”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Abril, 2014

---

Catalina Alexandra Pico Gutiérrez  
CC: 1803433513

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores Ing. Edison Álvarez Presidente y los señores Miembros Ing. Patricio Córdova e Ing. Patricio Encalada, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el Control de las utas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato, presentado por la señora Catalina Alexandra Pico Gutiérrez de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

---

Ing. Edison Álvarez  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. German Patricio Encalada Ruiz , Mg  
DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova  
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

*Principalmente a Dios, y el alma noble de mi difunto Papito Francisco Gutiérrez, que en ningún momento de mi vida me han dejado solo, han guiado mis pasos por el camino correcto, dándome fortaleza en los momentos difíciles.*

*Con el más profundo amor del mundo dedico este trabajo al hombre más importante de mi vida mi hijo Francisco David, quién ha sido mi aliento en los momentos más difíciles de mi vida.*

*A mi Madre: Betty Gutiérrez, por todo su sacrificio a lo largo de nuestras vidas, quién me guía con verdaderos valores; enseñándome a encarar la adversidad sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento, siendo ella la razón de mi existencia y quien me motiva a continuar por el sendero de la superación.*

*A mi abuelita: Rosario Padilla por ser mi segunda madre y educarme con valores, un carácter fuerte y decidido.*

*A mis hermanas: Carolina y Silvia por ser mis amigas y apoyarme en todo momento de la vida.*

*A mi mejor amiga Gabriela Solís por apoyarme con su sincera amistad en todo el transcurso de mi vida universitaria.*

*Finalmente dedico este trabajo final a mi esfuerzo, dedicación y constancia durante mi vida estudiantil.*

Catalina Pico

## AGRADECIMIENTO:

*A Dios por brindarme tantas bendiciones como hasta hoy.*

*A mi difunto Tío Rafael "COCOL" por ser mi amigo incondicional y una persona que me brindo todo su apoyo hasta el última día de su vida.*

*A mis mejores amigos por apoyarme en toda mi vida universitaria: Omar Haro, Bladimir Barrera y León Martínez*

*Un agradecimiento de manera especial al Ing. Geovanni Brito por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concertación de este proyecto.*

*A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial por contribuir a mi engrandecimiento personal y profesional, y hacerme ver que todo se logra con valentía, coraje, respeto y ardua dedicación para ser mejores día a día.*

*Agradezco a la persona que siempre me daba ánimos para seguir y no darme por vencida, ayudándome a conseguir todo lo que me proponía.*

Catalina Pico

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En la actualidad se requiere transmitir grandes volúmenes de datos, voz y video, lo que ha obligado a desarrollar una gran variedad de tecnologías de acceso entre los proveedores de servicios y sus clientes, especialmente en lo que se refiere a envío de información de forma inalámbrica.

Las redes inalámbricas tienen un papel importante en las comunicaciones del mundo de hoy; debido a su facilidad de instalación y conexión se han convertido en una excelente alternativa para ofrecer conectividad en lugares donde resulta inconveniente o imposible brindar servicio con una red alambrada.

La comunicación es esencial para la eficiencia organizacional, pero al efectuarse a grandes distancias, se presentan altos costos y se expone información vital; debido a esto, se propone crear un Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato, permitiendo reducir costos operativos y errores en la toma de datos; mejorando el servicio brindado a los clientes de las Cooperativas de Buses Urbanos.

## **INTRODUCCIÓN**

El trabajo de investigación titulado: “SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL CONTROL DE LAS RUTAS Y TIEMPOS DEL RECORRIDO DE BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE AMBATO.”, contempla una solución para las necesidades más urgentes en el aspecto de comunicación y seguridad, orientadas específicamente a las Cooperativas de Buses Urbanos, para lo cual se ha estructurado el proyecto de la siguiente manera:

El Primer Capítulo está orientado hacia el análisis y la definición del problema, el mismo que se contextualiza mediante un análisis crítico, se realiza una justificación y el planteamiento de objetivos.

El Segundo Capítulo consta de la fundamentación legal, se ejecuta una introducción teórica sobre las redes de comunicación, los fundamentos de comunicaciones inalámbricas, y las técnicas de estudio para radioenlaces.

El Tercer Capítulo establece la metodología utilizada para esta investigación, determinando la muestra a utilizar, así como las principales herramientas de recolección de información que permitieron conocer la información acercada a la realidad.

El Cuarto Capítulo hace referencia al análisis e interpretación de datos obtenidos mediante los instrumentos seleccionados, identificando problemas que permitan sustentar la investigación.

El Quinto Capítulo presenta conclusiones y recomendaciones provenientes de los capítulos anteriores.

El Sexto Capítulo presenta la propuesta Sistema de Comunicación inalámbrica para la lectura y transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de buses urbanos de la ciudad de Ambato, en este caso el diseño con sus respectivas características, equipos y costos aproximados, lo que da solución al problema de investigación.

El Séptimo Capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones del diseño del Sistema de Comunicación inalámbrica para la lectura y transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos.

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>PRELIMINARES</b>	<b>PAG</b>
CARATULA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DEDICATORIA: .....	iv
AGRADECIMIENTO: .....	vi
RESUMEN EJECUTIVO .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	viii

### **CAPÍTULO I**

#### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1 Tema de Investigación .....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.1.1 Árbol del Problema .....	2
1.2.2 Análisis Crítico.....	2
1.2.3 Prognosis .....	3
1.2.4 Formulación del Problema .....	4
1.2.5 Preguntas Directrices .....	4
1.2.6 Delimitación del Problema.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos de la Investigación .....	6
1.4.1 Objetivo General:.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	6

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEORICO**

2.1 Antecedentes Investigativos.....	7
2.2 Fundamentación Legal .....	8

2.3 Categorías Fundamentales .....	10
2.3.1 Constelación de Ideas de la Variable Dependiente .....	12
2.3.2 Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	13
2.3.3 Comunicaciones .....	14
2.3.3.1 Comunicación Inalámbrica .....	14
2.3.3.2 Aspectos Tecnológicos de las Comunicaciones Inalámbricas .....	14
2.3.3.3 Beneficios de las Comunicaciones Inalámbricas .....	15
2.3.3.4 Protocolos de las Comunicaciones Inalámbricas .....	15
2.3.3.4.1 Wiffi .....	15
2.3.3.4.1.1 Estándares de WIFI .....	16
2.3.3.4.2 Wimax .....	17
2.3.4 Redes de Datos.....	18
2.3.4.1 Redes de Área Local .....	18
2.3.4.2 Redes de Área Amplia .....	19
2.3.4.3 Red de Área Metropolitana .....	19
2.3.5 Información Digital.....	20
2.3.6 Información Análoga .....	22
2.3.7 Electrónica.....	24
2.3.7.1 Aplicaciones de la Electrónica .....	24
2.3.7.2 Sistemas Electrónicos.....	25
2.3.7.3 Evolución de los Sistemas Electrónicos.....	26
2.3.7.4 Señales Electrónicas.....	27
2.3.8 Relojes de Tarjeta.....	28
2.3.8.1 Características de los Relojes de Tarjeta.....	28
2.3.9 Transporte Público .....	29
2.4 Hipótesis.....	29
2.5 Determinación de Variables.....	29
2.5.1 Variable Independiente .....	29
2.5.2 Variable Dependiente.....	29

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1 Enfoque .....	30
3.2 Modalidad Básica de la Investigación.....	30
3.2.1 Investigación Bibliográfica .....	30
3.2.2 Investigación De Campo .....	30
3.3 Niveles De Investigación .....	31
3.3.1 Exploratorio.....	31
3.3.2 Correlacional.....	31
3.3.3 Explicativa.....	31
3.4 Población y Muestra.....	31
3.4.1 Población.....	31
3.4.2 Muestra.....	31
3.5 Operacionalización De Las Variables.....	33
3.5.1 Operacionalización De La Variable Dependiente.....	33
3.5.2 Operacionalización De La Variable Independiente .....	33
3.6 Plan de Recolección de Información.....	35
3.7 Procesamiento y Análisis de la Información.....	35
3.7.1 Plan de análisis.....	35
3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.....	35

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Situación Actual y Requerimientos.....	36
4.2 Análisis de las Encuestas Realizadas .....	39
4.3 Análisis e Interpretación .....	49

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....	50
5.2 Recomendaciones.....	51

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1 Datos Informativos.....	52
6.2 Antecedentes de la Propuesta.....	53
6.3 Justificación.....	53
6.4 Objetivos .....	54
6.4.1 Objetivo General .....	54
6.4.2 Objetivos Específicos.....	54
6.5 Análisis de Factibilidad.....	54
6.5.1 Factibilidad Técnica.....	54
6.5.2 Factibilidad Económica.....	55
6.5.3 Factibilidad Científica.....	55
6.6 Fundamentación .....	55
6.6.1 Definición.....	55
6.6.2 Evolución de los sistemas RFID .....	60
6.6.3 Elementos de un Sistema RFID .....	64
6.6.3.1 Transponder.....	64
6.6.3.2 Lectores .....	69
6.6.4 Principios básicos de funcionamiento de un sistema RFID .....	70
6.6.4.1 Acoplamiento Inductivo.....	73
6.6.5 Rangos de Frecuencia .....	77
6.6.6 Diferentes Sistemas de Identificación .....	78
6.6.7 Clasificación de los Sistemas RFID.....	83
6.6.8 Aplicaciones de los Sistemas RFID .....	84
6.6.9 Estándares ISO RFID.....	86
6.6.10 Criterios Técnicos para el diseño del sistema de comunicación inalámbrico basado en tecnología WIFI.....	88

6.7 Metodología .....	104
6.8 Modelo Operativo .....	109
6.8.1 Recopilación de la Información .....	109
6.8.2 Presentación de planos y rutas de buses urbanos .....	109
6.8.3 Consideraciones previas al diseño .....	124
6.8.4 Diseño e Implementación.....	145
6.8.5 Etapas del Proyecto .....	145
6.9 Estación Base o de Control .....	145
6.10 Ubicación de los Puntos de Control.....	147
6.11 Dispositivos Remotos.....	196
6.12 Análisis Económico del Proyecto .....	200
6.12.1 Presupuesto .....	200
6.12.2 Análisis de Recuperación de Inversión .....	201

## **CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1 Conclusiones .....	205
7.2 Recomendaciones.....	206
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>207</b>
Bibliografía de Libros .....	207
Bibliografía de Internet .....	207
<b>ANEXOS .....</b>	<b>209</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Árbol de Problema.....	2
Figura 2.3 Constelación de Variable Independiente .....	13
Figura 2.4 Cuadro de Estándares de WIMAX .....	17
Figura 2.5 Tarjeteros de Reloj.....	28
Figura 4.1 Relojes de Tarjeta .....	36
Figura 4.2 Control por medio de una tarjeta de cartón .....	37
Figura 4.3 Tráfico Vehicular.....	37
Figura. 4.4 Flujo Vehicular .....	38
Figura 4.5 Avenida en ambas direcciones.....	38
Figura 6.1 Esquema de un Sistema RFID .....	56
Figura 6.2 Esquema de un transponder de RFID .....	65
Figura 6.3 Detalle de un tag típico de aplicaciones lógicas con las unidades expresadas en mm .....	68
Figura 6.4 Diseño interno de un lector que puede trabajar con dos frecuencias.....	69
Figura 6.5 Lector de mano de corto alcance que trabaja a la frecuencia de 900MHz	70
Figura 6.6 Lector del fabricante SAMSys UHF de largo alcance.....	70
Figura 6.7 Métodos de propagación de la información en la tecnología RFID .....	71
Figura 6.8 Esquema del acoplamiento inductivo entre lector y transponder. ....	73
Figura 6.9 Generación de load modulation conectando y desconectando la resistencia del drain-source del FET del chip. ....	76
Figura 6.10 Ejemplo más detallado de un generador de modulación de carga con subportadora en sistema de acoplamiento inductivo.....	76
Figura 6.11 Esquemas de los sistemas más importantes de auto-identificación.....	79
Figura 6.12 Código de barras con el ISBN de un producto. ....	80
Figura 6.13 Ejemplo de una estructura del código de barras en código EAN .....	80
Figura 6.14 Esquema de los diferentes principios de operación de los sistemas RFID. ....	84
Figura 6.15 Perfil del terreno .....	89
Figura 6.16 Distancia efectiva.....	90
Figura 6.17 Perfil Corregido .....	90

Figura 6.18. Esquema de línea de vista para enlaces .....	92
Figura 6.19 Zona de Fresnel.....	93
Figura 6.20 Pérdida en dB en función de la distancia en metros .....	95
Figura 6.21 Coeficiente K en función de la frecuencia.....	96
Figura 6.22 Coeficiente $\alpha$ en función de la frecuencia .....	96
Figura 6.23 Balance del Enlace.....	98
Figura 6.24 Ancho del haz. ....	103
Figura 6.25 Fases del Proyecto de Control de Tiempos .....	105
Figura 6.26 Diagrama Lógico .....	107
Figura 6.27 Diagrama de Diseño Físico.....	108
Figura 6.29 Ubicación de la zona urbana de Ambato .....	109
Figura 6.30 Componentes de la Estación Base .....	147
Figura 6.31 Lector sector Mercado Modelo.....	148
Figura 6.32 Lector sector Parque 12 de Noviembre .....	148
Figura 6.33 Lector sector Redondel Huachi Chico.....	149
Figura 6.34 Lector sector Quiz - Quiz .....	149
Figura 6.35 Lector sector Ingahurco .....	150
Figura 6.36 Lector sector Mercado América .....	150
Figura 6.37 Lector sector Izamba.....	151
Figura 6.38 Lector sector Los Andes .....	151
Figura 6.39 Lector sector Policía .....	152
Figura 6.40 Lector sector Península.....	152
Figura 6.41 Lector sector La Delicia.....	153
Figura 6.42 Lector sector Cdla. España .....	153
Figura 6.43 Base de Control.....	155
Figura 6.44 Diagrama del enlace completo realizado con Radio Mobile .....	156
Figura 6.45 Interfaz gráfica del simulador Radio Mobile.....	157
Figura 6.46 Repetidor Pinllo.....	158
Figura 6.47 Repetidor Atahualpa .....	158
Figura 6.48 Perfil del terreno Mercado Modelo a Repetidor 1 .....	159
Figura 6.49 Perfil del terreno Parque 12 de Noviembre a Repetidor 1 .....	159
Figura 6.50 Perfil del terreno Redondel Huachi Chico a Repetidor 1 .....	160
Figura 6.51 Perfil del terreno Quiz-Quiz a Repetidor 1.....	160

Figura 6.52 Perfil del terreno Ingahurco a Repetidor 1 .....	161
Figura 6.53 Perfil del terreno Izamba a Repetidor 1 .....	161
Figura 6.54 Perfil del terreno Los Andes a Repetidor 1 .....	162
Figura 6.55 Perfil del terreno Península a Repetidor 1 .....	162
Figura 6.56 Perfil del terreno Delicia a Repetidor 1 .....	163
Figura 6.57 Perfil del terreno Cdla. España a Repetidor 1.....	163
Figura 6.58 Perfil del terreno Repetidor 1 a Base de Control.....	164
Figura 6.59 Perfil del terreno Mercado América a Repetidor 2.....	164
Figura 6.60 Perfil del terreno Colegio Guayaquil a Repetidor 2 .....	165
Figura 6.61 Perfil del terreno Repetidor 2 a Base de Control.....	165
Figura 6.62 Perfil del terreno Mercado Modelo a Pinllo .....	166
Figura 6.63 Perfil del terreno Parque 12 de Noviembre a Pinllo .....	167
Figura 6.64 Perfil del terreno Redondel Huachi Chico a Pinllo .....	167
Figura 6.65 Perfil del terreno Quiz-Quiz a Pinllo.....	168
Figura 6.66 Perfil del terreno Ingahurco a Pinllo.....	168
Figura 6.67 Perfil del terreno Izamba a Pinllo .....	169
Figura 6.68 Perfil del terreno Los Andes a Pinllo.....	169
Figura 6.69 Perfil del terreno Península a Pinllo .....	170
Figura 6.70 Perfil del terreno Delicia a Pinllo .....	170
Figura 6.71 Perfil del terreno Cdla. España a Pinllo.....	171
Figura 6.72 Perfil del terreno Pinllo a Base de Control .....	171
Figura 6.73 Perfil del terreno Mercado América a Atahualpa .....	172
Figura 6.74 Perfil del terreno Colegio Guayaquil a Atahualpa.....	172
Figura 6.75 Perfil del terreno Atahualpa a Base de Control .....	173
Figura 6.76 Perfil del terreno Mercado Modelo a Pinllo .....	174
Figura 6.77 Perfil del terreno Parque 12 de Noviembre a Pinllo .....	176
Figura 6.78 Perfil del terreno Redondel Huachi Chico a Pinllo .....	177
Figura 6.79 Perfil del terreno Quiz - Quiz a Pinllo.....	179
Figura 6.80 Perfil del terreno Ingahurco a Pinllo.....	181
Figura 6.81 Perfil del terreno Izamba a Pinllo .....	182
Figura 6.82 Perfil del terreno Los Andes a Pinllo.....	184
Figura 6.83 Perfil del terreno Península a Pinllo .....	185
Figura 6.84 Perfil del terreno Delicia a Pinllo .....	187

Figura 6.85 Perfil del terreno Cdla. España a Pinllo.....	188
Figura 6.86 Perfil del terreno Base de Control a Pinllo .....	190
Figura 6.87 Perfil del terreno Mercado América a Atahualpa .....	192
Figura 6.88 Perfil del terreno Colegio Guayaquil a Atahualpa.....	193
Figura 6.89 Perfil del terreno Base de Control a Atahualpa .....	195
Figura 6.90 Ventana de inicio de Access .....	196
Figura 6.91 Compag Tag Transit.....	211
Figura 6.92 Transition Booster Transit.....	214
Figura 6.93 Lector Transit PS720.....	217
Figura 6.94 Antena Parabólica Exterior.....	222
Figura 6.95 Switch cisco 8 puertos.....	232

## ÍNDICE DE GRAFICO

Gráfico 4.1 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 1 .....	40
Gráfico 4.2 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 2.....	41
Gráfico 4.3 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 3.....	42
Gráfico 4.4 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 4.....	43
Gráfico 4.5 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 5.....	45
Gráfico 4.6 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 6.....	46
Gráfico 4.7 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 7.....	47
Gráfico 4.8 Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 8.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1 Variable Dependiente.....	33
Tabla 3.2 Variable Independiente .....	34
Tabla 4.1 Análisis de Resultados Pregunta 1 .....	40
Tabla 4.2 Análisis de Resultados Pregunta 2.....	41
Tabla 4.3 Análisis de Resultados Pregunta 3.....	42
Tabla 4.4 Análisis de Resultados Pregunta 4.....	43
Tabla 4.5 Análisis de Resultados Pregunta 5.....	44
Tabla 4.6 Análisis de Resultados Pregunta 6.....	45
Tabla 4.7 Análisis de Resultados Pregunta 7.....	47
Tabla 4.8 Análisis de Resultados Pregunta 8.....	48
Tabla 6.1 Resumen de la Tecnología RFID .....	63
Tabla 6.2 Consumo de potencia varios sistemas RFID (Amtel 1996) la mínima es 1.8V y la máxima 10V .....	66
Tabla 6.3 Rango de Frecuencias RFID .....	78
Tabla 6.4 Pérdidas en espacio libre, para diferentes distancias y frecuencias. ....	95
Tabla 6.5 Factor climático A.....	101
Tabla 6.6 Factor climático B.....	101
Tabla 6.7 Viajes Mensuales por operadora.....	110
Tabla 6.8 Horarios Ruta: Miraflores – Ingahurco y viceversa.....	111
Tabla 6.9 Horarios Ruta: Miñarica – Ingahurco y Viceversa .....	112
Tabla 6.10 Horarios Ruta: Ficoa – Terremoto-Totoras-El Empalme y Viceversa ...	112
Tabla 6.11 Horarios Ruta: Atocha – Letamendi y Viceversa .....	113
Tabla 6.12 Horarios Ruta: Pinllo – Nueva Ambato .....	114
Tabla 6.13 Horarios Ruta: Picaihua – Cdl. España .....	114
Tabla 6.14 Horarios Ruta: San Juan - Centro .....	115
Tabla 6.15 Horarios Ruta: Montalvo – El Recreo.....	115
Tabla 6.16 Horarios Ruta: El Progreso – Izamba – Quillan Loma .....	116
Tabla 6.17 Horarios Ruta: Augusto Martínez – M. Mayorista – B. Solís – Redondel H. Chico .....	116

Tabla 6.18 Horarios Ruta: Cunchibamba - Tiugua .....	117
Tabla 6.19 Horarios Ruta: Pucarami - Centro.....	118
Tabla 6.20 Horarios Ruta: Chaupi – San Luis - Centro .....	118
Tabla 6.21 Horarios Ruta: Juan B. Vela – La Concepción – Redondel de Izamba y Viceversa.....	119
Tabla 6.22 Horarios Ruta: Shuyurco – Ciudadela Militar - viceversa .....	119
Tabla 6.24 Horarios Ruta: Ambato – San Pablo – Cuatro Esquinas – Angaguana Alto y Viceversa.....	120
Tabla 6.25 Horarios Ruta: La Joya – Parque Industrial – 4 Esquinas – Santa Fé.....	120
Tabla 6.26 Horarios Ruta: San Francisco – Cashapamba - Viceversa.....	121
Tabla 6.27 Horarios Ruta: Tagaiche – Macasto y viceversa.....	122
Tabla 6.28 Horarios Ruta: Seminario Mayor – Ingahurco Bajo y Viceversa .....	122
Tabla 6.29 Horarios Ruta: San Francisco – Cashapamba - Viceversa.....	122
Tabla 6.30 Horarios Ruta: Techo Propio – Centro y viceversa .....	123
Tabla 6.31 Horarios Ruta: Andiglata – Mercado Mayorista y viceversa.....	123
Tabla 6.32 Horarios Ruta: La Península – Las Orquídeas y Viceversa .....	123
Tabla 6.33 Comparación de Sistemas de Control de Tiempos. ....	125
Tabla 6.34 Comparación de Tecnologías Inalámbricas .....	127
Tabla 6.35 Características de Tarjetas Inteligentes.....	131
Tabla 6.36 Características de Lectores RFID .....	135
Tabla 6.37 Elección de convertidor de RS-232 a WIFI.....	139
Tabla 6.38 Coordenadas Geográficas de los sectores donde se ubicarán los Lectores RFID.....	154
Tabla 6.39 Coordenadas Geográficas de la Base de control.....	155
Tabla 6.40 Coordenadas Geográficas de Puntos Repetidores.....	158
Tabla 6.41 Costos de los Materiales de la Estación Base .....	200
Tabla 6.42 Costos de los Materiales del Dispositivo Remoto .....	201
Tabla 6.43 Materiales de Instalación .....	201
Tabla 6.44 Costos Operativos Mensuales de la Empresa .....	203
Tabla 6.45 Gastos de Implementación .....	203

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema de Investigación**

Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

#### **1.2.1 Contextualización**

El transporte en América, según el foro regional de transporte del 2011, se caracteriza por una proporción relativamente alta de uso de transporte público, pero al mismo tiempo por una calidad de servicio deteriorada. Además, se le presta mucha atención a los desarrollos de infraestructura para transporte privado mientras que la regulación de transporte público se relega a un segundo plano. Los resultados de esta situación provocan una baja eficiencia en el transporte público y un gran potencial de pérdida de pasajeros por parte de estos sistemas.

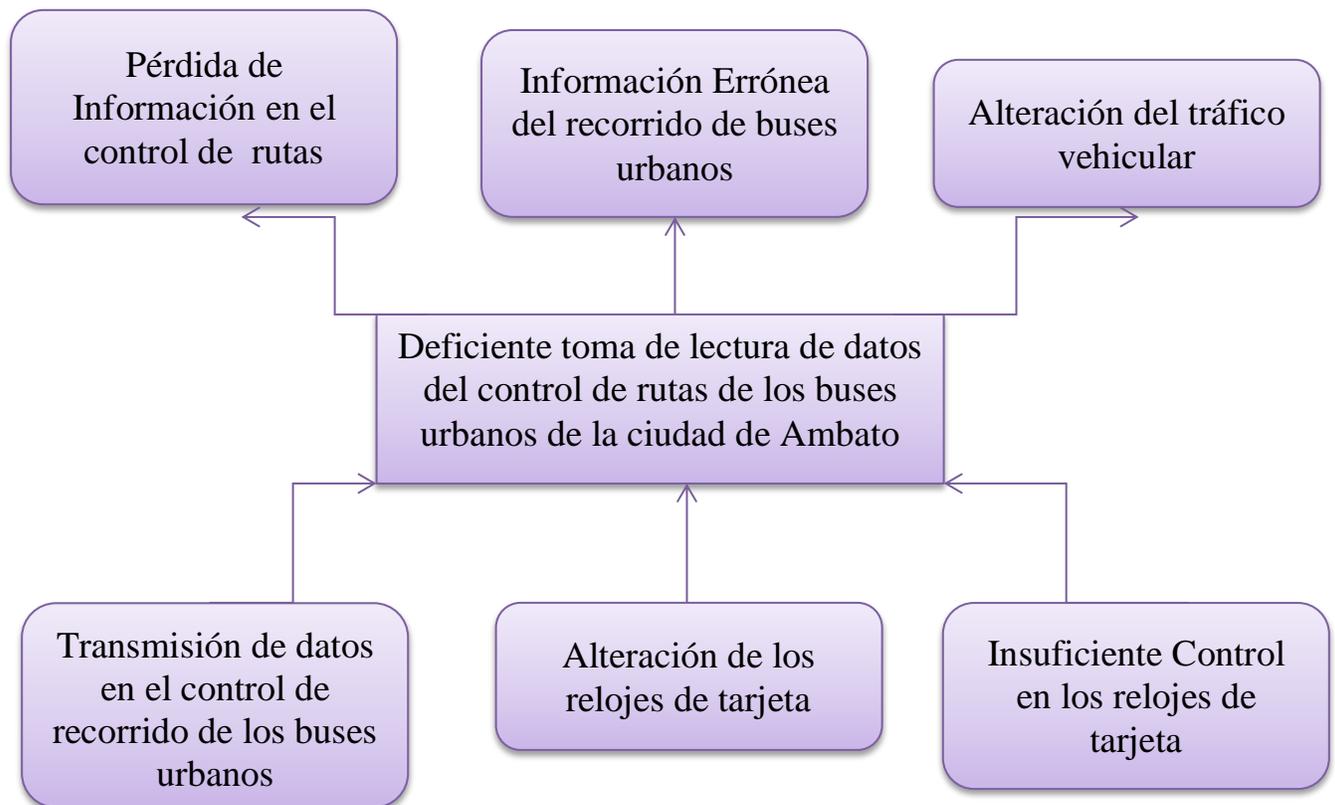
Hoy en día en el Ecuador se encuentran varios sistemas que permiten el manejo de control de recorrido de los buses; pero ninguno es totalmente adaptable a las necesidades de las Cooperativas de Transportes, según Principios básicos del transporte sostenible 2010; a raíz de esto se utiliza mucho tiempo para ejecutar las diferentes labores y como consecuencia las Cooperativas no aprovechan totalmente sus recursos.

En las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato la lectura de datos del control de recorrido señalado se lo realiza en forma manual, lo que provoca pérdida

de información e Insuficiente control de los recorridos; declaración del Departamento de Tránsito Municipal. Con el desarrollo de esta propuesta se desea que las distintas Cooperativas de buses urbanos cuenten con un sistema de lectura y transmisión de datos eficiente y beneficioso para la sociedad en general.

### 1.2.1.1 Árbol del Problema

En la figura 1.1 se detalla los efectos y causas de un árbol de problema.



**Figura 1.1.** Árbol de Problema  
**Elaborado por:** Investigador

### 1.2.2 Análisis Crítico

Actualmente, la transmisión de datos en el control de recorridos de buses urbanos de la ciudad de Ambato como en el resto del país se lo realiza en forma manual,

provocando que existan diversos inconvenientes, principalmente la pérdida de información del control de tiempos de las rutas . Al no obtener una información adecuada del control de los recorridos se generan errores al momento de examinar los tiempos de cada ciclo programado, creando malestares en los señores transportistas de las distintas cooperativas; ya que provocan datos incorrectos como: adelantos y retrasos en las rutas programadas.

Al utilizar métodos obsoletos para realizar la lectura del control de recorrido de los buses urbanos provoca que las personas quienes realizan esta labor puedan cometer errores en la toma de datos debido a que en la mayoría de los casos los relojes de tarjeta no se encuentran en perfectas condiciones, perjudicando directamente a los socios y transportistas en el ámbito económico; por las respectivas multas que se aplican en las cooperativas.

Otro factor relevante que afecta en la toma de datos es el insuficiente control en los relojes de tarjeta por parte de las personas quienes realizan esta labor, ya que al momento de controlar los tiempos de recorridos de los buses específicos, los señores transportistas alteran el tráfico vehicular con paradas imprevistas en los diferentes puntos de control.

### **1.2.3 Prognosis**

De continuar la situación expuesta en los buses urbanos de la ciudad de Ambato se pueden generar graves alteraciones en el control del tiempo de las rutas, ya sea por atrasos no deseados como por inasistencia involuntaria.

De la misma manera se produce una inconformidad en los señores pasajeros ya que por las paradas imprevistas, ellas pierden valioso tiempo para llegar a su lugar de destino. Produciendo de esta manera discusiones entre pasajero-transportista.

De igual forma se altera el tráfico vehicular, ya que sus paradas inesperadas se las hace en diferentes lugares y sin previo aviso para marcar su tiempo de recorrido, provocando una inestabilidad en lo que se refiere al tiempo programado de los pasajeros y vehículos que se encuentran alrededor de dicho bus urbano.

#### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿Cómo influye la deficiente toma de datos actual en el control de rutas de los buses urbanos de la ciudad de Ambato?

#### **1.2.5 Preguntas Directrices**

- ¿Qué procesos de toma de datos del control de recorrido de los buses urbanos utilizan las Cooperativas en la ciudad de Ambato?
- ¿Cuáles son los procesos de transmisión de la lectura de información del control de recorrido de los buses urbanos?
- ¿Se puede mejorar la lectura y transmisión de información del recorrido de buses urbanos mediante el diseño de un sistema electrónico en forma inalámbrica, en la ciudad de Ambato?

#### **1.2.6 Delimitación del Problema**

- **Área:** Ingeniería Electrónica y Comunicaciones.
- **Línea de Investigación:** Tecnologías de Comunicación
- **Sublínea de Investigación:** Comunicaciones Inalámbricas
- **Campo:** Comunicaciones.
- **Aspecto:** Transmisión de datos Inalámbricos.
- **Delimitación Espacial:** El presente trabajo de investigación se lo realizará en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

- **Delimitación Temporal:** El tiempo estimado para realizar el presente trabajo de investigación es de seis meses a partir de la aprobación del presente TEMI por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

### **1.3 Justificación**

Con el presente proyecto se mejorará y optimizará los recursos que posee actualmente las Cooperativas de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato, donde un diseño del sistema de comunicaciones inalámbricas, permitirá establecer comunicaciones eficientes con mejores prestaciones y con servicios incorporados que harán factible una comunicación fluida, sencilla, ágil y eficiente.

El impacto que ocasionará el diseño del sistema de comunicaciones en las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato y en su entorno será de gran beneficio para los usuarios del mismo, logrando mejorar los procesos de comunicación, a su vez brindará crecimiento interno mostrando una mejor imagen institucional, favoreciendo directamente a la ciudad.

Este proyecto es importante porque se utilizó tecnología que ha existido hace algunos años, pero se está siendo utilizada en otras aplicaciones. La Aplicación que se le da al control de recorrido de los buses urbanos, está dada en función a las necesidades de las personas, ya sean transportistas como los señores pasajeros.

Finalmente y aparte de garantizar ya lo mencionado, se podrá contar con pilares básicos de: seguridad, confidencialidad y beneficios que un estudio realizado sobre esta temática aporte, por lo que se vuelve llamativo el estudio de la presente investigación.

Relacionando todo lo anterior se reflexionó que el proyecto a realizar es cien por ciento factible para su estudio y a futuro su implementación completa.

## **1.4 Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1 Objetivo General:**

- Establecer los procesos de la toma de datos para el control de tiempos y recorridos de los buses urbanos de la ciudad de Ambato.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Determinar las formas de lectura y los puntos de control de los recorridos de buses en la ciudad de Ambato.
- Analizar los procesos de transmisión de información del control de rutas de los buses urbanos de la ciudad de Ambato.
- Diseñar un sistema electrónico que permita realizar la lectura y transmisión de información del control de recorrido de buses urbanos en forma automática e inalámbrica.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Se encontraron investigaciones similares en las Universidades Politécnicas de las ciudades de Quito y Riobamba que sirvieron de soporte a la presente investigación y aspectos relevantes sobre el tema.

Los Autores **Alzamora Ramírez Pedro Fausto, Bautista Ramírez Alex Javier** (2010) con el tema: “CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL RECORRIDO DE LOS BUSES DE TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE TECNOLOGÍA GPS Y GSM”, señala que reducirá el índice de accidentes de tránsito debido al exceso de velocidad por parte de los buses de transporte urbano, ya que se reemplazarlos puntos de control físicos por puntos virtuales en una página web. (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA).

El Autor **René Alejandro Flores Padilla** (2006) con el tema: “CONTROL DE RUTAS Y SEGURIDAD DEL SISTEMA URBANO DE BUSES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS GPS”, presenta un bosquejo general de lo que es un sistema GPS, utilizando radio señales de alta frecuencia que contienen información de tiempo y posición de los buses. (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO).

El Autor **Rolando Alcívar BalsecaCaluñ, Marco Antonio Sinchiguano Cadena** (2009) con el tema: “INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITAL APLICADO AL CONTROL DE RUTA DE UNA UNIDAD DE

TRANSPORTE URBANO”, señala que mediante el soporte de un software aplicativo, se gestiona un monitoreo real de quienes usen el sistema y con el fin de presentar estadísticas de operación de las unidades de transporte mediante la generación de reportes. (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO).

## **2.2 Fundamentación Legal**

El presente trabajo de investigación, se basó en la ley especial de telecomunicaciones y su reforma, Legislación sobre la privacidad, ley de compañías, Ley de radio frecuencias, los estatutos y reglamentos internos de las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato, también se ha regido al reglamento de graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

### **LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES**

Ley 184

Registro Oficial 996 de 10-ago-1992

Última modificación: 13-oct-2011

Estado: Vigente

CONGRESO NACIONAL

EL PLENARIO DE LAS COMISIONES LEGISLATIVAS

Considerando:

Que es indispensable proveer a los servicios de telecomunicaciones de un marco legal acorde con la importancia, complejidad, magnitud, tecnología y especialidad de dichos servicios, de suerte que se pueda desarrollar esta actividad con criterios de gestión empresarial y beneficio social;

Que es indispensable asegurar una adecuada regulación y expansión de los sistemas radioeléctricos y servicios de telecomunicaciones a la comunidad y mejorar permanentemente la prestación de los servicios existentes, de acuerdo a las necesidades del desarrollo social y económico del país; y,

En ejercicio de sus atribuciones constitucionales, expide la siguiente.

## **LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES**

### **CAPITULO I**

#### **Disposiciones Fundamentales**

**Art. 5.- NORMALIZACION Y HOMOLOGACION.-** El Estado formulará, dictará y promulgará reglamentos de normalización de uso de frecuencias, explotación de servicios, industrialización de equipos y comercialización de servicios, en el área de telecomunicaciones, así como normas de homologación de equipos terminales y otros equipos que se considere conveniente acordes con los avances tecnológicos, que aseguren la interconexión entre las redes y el desarrollo armónico de los servicios de telecomunicaciones.

**Art. 8.- SERVICIOS FINALES Y SERVICIOS PORTADORES.-** Para efectos de la presente Ley, los servicios abiertos a la correspondencia pública se dividen en servicios finales y servicios portadores, los que se definen a continuación y se prestan a los usuarios en las siguientes condiciones:

- a) Servicios finales de telecomunicaciones son aquellos servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones del equipo terminal y que generalmente requieren elementos de conmutación.

Forman parte de estos servicios, inicialmente, los siguientes: telefónico rural, urbano, interurbano e internacional; videotelefónico; telefax; burofax; datafax; videotex; telefónico móvil automático, telefónico móvil marítimo o aeronáutico de correspondencia pública; telegráfico; radiotelegráfico; de télex y de teletextos.

También se podrán incluir entre los servicios finales de telecomunicación los que sean definidos por los organismos internacionales competentes, para ser prestados con carácter universal.

El régimen de prestación de servicios finales será:

1. Numeral derogado por Art. 100-p) de Ley No. 4, publicada en Registro Oficial Suplemento 34 de 13 de Marzo del 2000
2. El Reglamento Técnico de cada servicio final de telecomunicación deberá definir los puntos de conexión a los cuales se conecten los equipos terminales del mismo.

Esta definición deberá contener las especificaciones completas de las características técnicas y operacionales y las normas de homologación que deberán cumplir los equipos terminales; y,

3. Los equipos terminales con certificado de homologación, podrán ser libremente adquiridos a la empresa estatal o a empresas privadas.

b) Servicios portadores son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos.

El régimen de prestación de servicios portadores se sujeta a las siguientes normas:

1. En este tipo de servicios existen dos modalidades:

a) Servicios que utilizan redes de telecomunicaciones conmutadas para enlazar los puntos de terminación, tales como la transmisión de datos por redes de conmutación de paquetes, por redes de conmutación de circuitos, por la red conmutada o por la red télex; y,

b) Servicios que utilizan redes de telecomunicación no conmutadas. Pertenecen a este grupo, entre otros, el servicio de alquiler de circuitos;

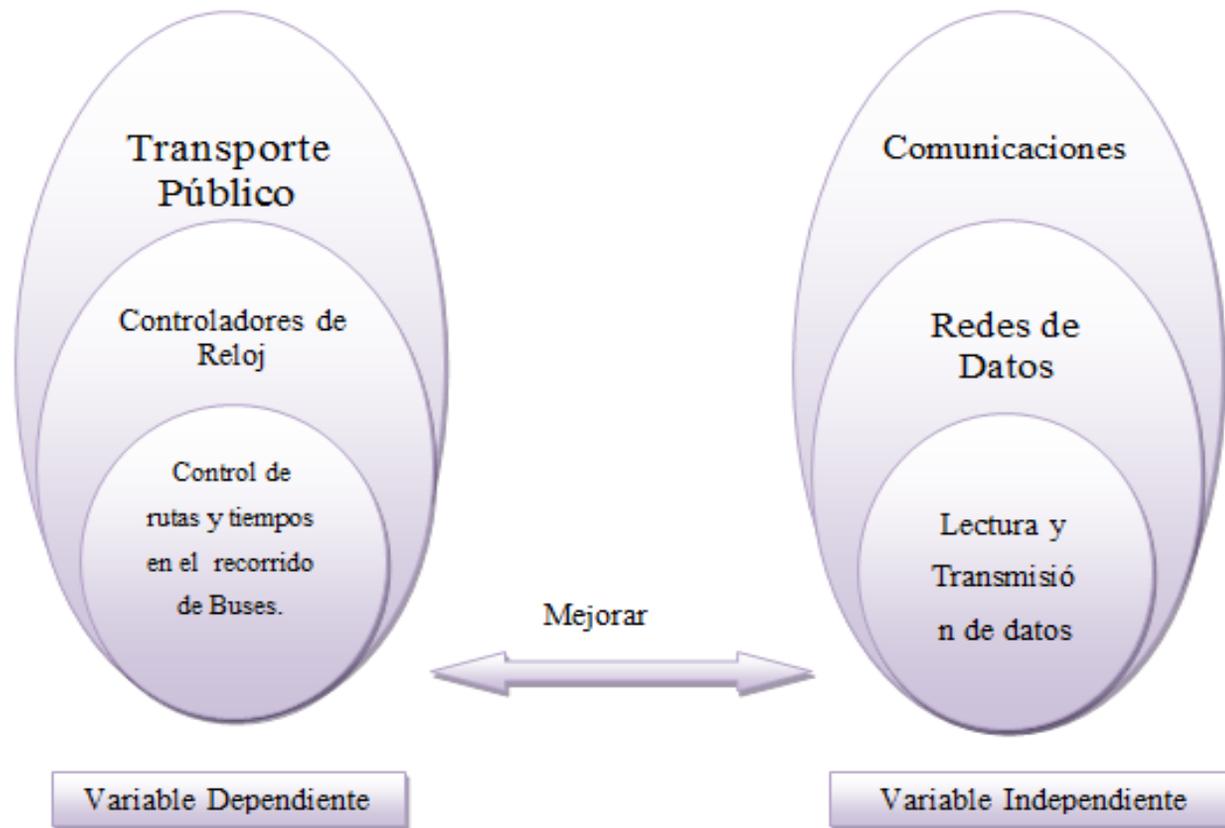
2. Los puntos de terminación de red a que hace referencia la definición de servicios portadores deberán estar completamente especificados en todas sus características técnicas y operacionales en los correspondientes Reglamentos Técnicos.

3. Nota: Numeral derogado por Art. 100-p) de Ley No. 4, publicada en Registro Oficial Suplemento 34 de 13 de Marzo del 2000

Nota: Artículo reformado por los Arts. 1 y 2 de la Ley No. 94, publicada en Registro Oficial 770 de 30 de Agosto de 1995.

### 2.3 Categorías Fundamentales

El presente proyecto de investigación se basó en dos variables que a continuación se detallan en la Figura 2.1 permitiendo observar cómo están interrelacionadas:



**Figura 2.1.** Inclusión Interrelacionadas de las Variables  
Elaborado por: Investigador

### 2.3.1 Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

En la Figura 2.2 se explica la Variable Dependiente por medio de una constelación

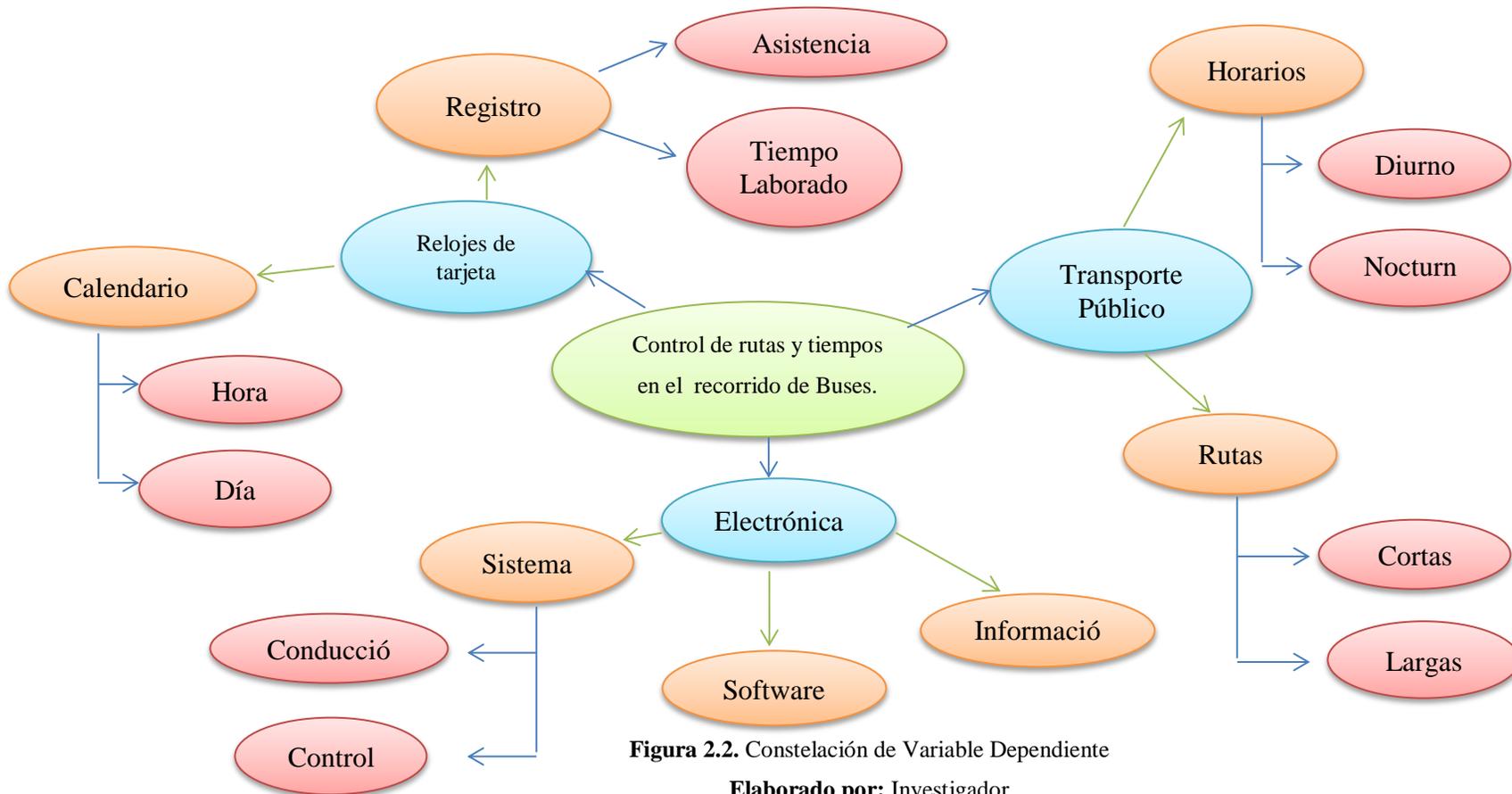
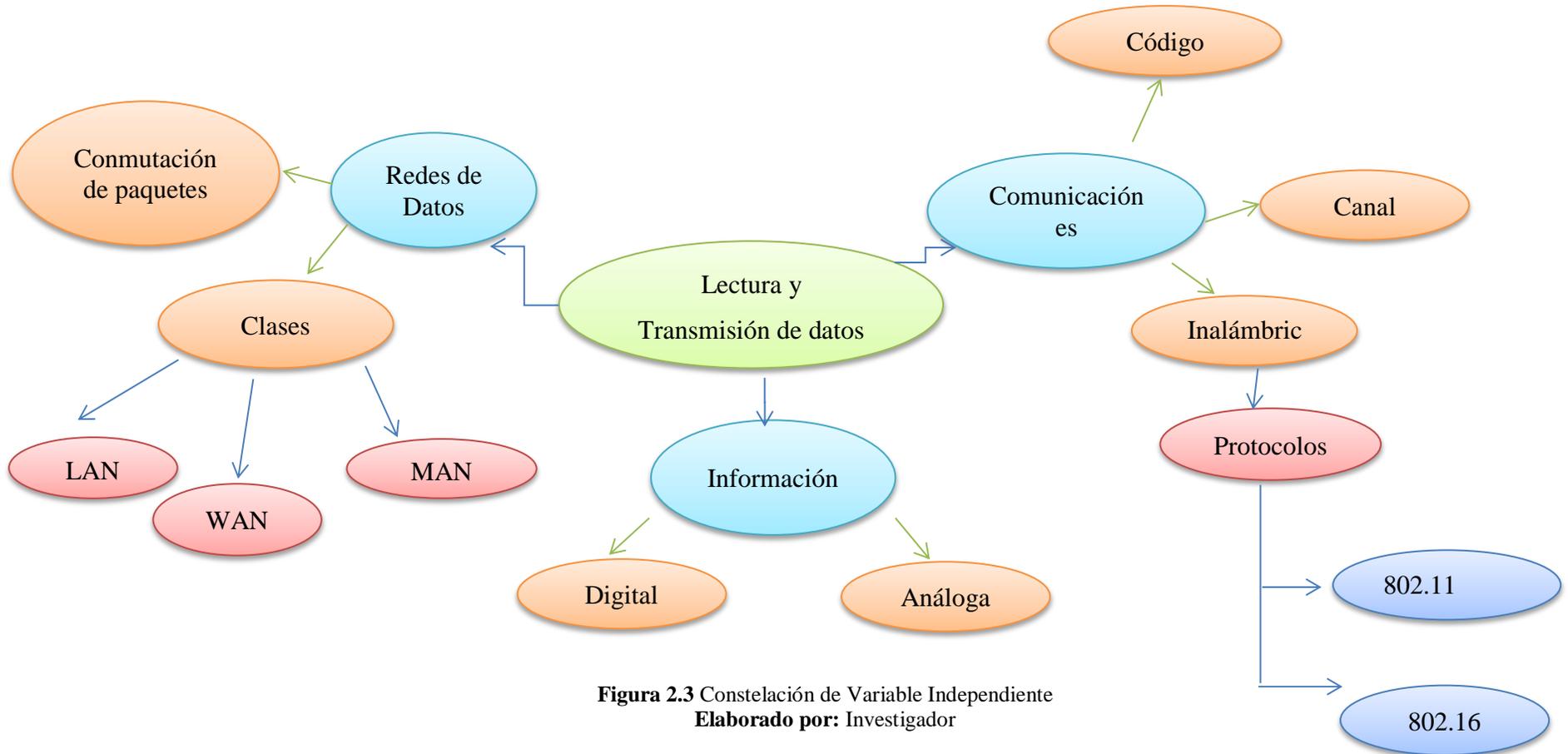


Figura 2.2. Constelación de Variable Dependiente

Elaborado por: Investigador

### 2.3.2 Constelación de Ideas de la Variable Independiente

En la Figura 2.3 se explica la Variable Independiente por medio de una constelación



## **Categorías Fundamentales**

### **2.3.3 Comunicaciones**

#### **1. Comunicación Inalámbrica**

Es aquella en la que extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal.

La comunicación inalámbrica, que se realiza a través de ondas de radiofrecuencia, facilita la operación en lugares donde la computadora no se encuentra en una ubicación fija (almacenes, oficinas de varios pisos, etc.) actualmente se utiliza de una manera general y accesible para todo público. Cabe también mencionar actualmente que las redes cableadas presentan ventaja en cuanto a transmisión de datos sobre las inalámbricas. Mientras que las cableadas proporcionan velocidades de hasta 1 Gbps (Red Gigabit), las inalámbricas alcanzan sólo hasta 108 Mbps. (*Tecnologías de Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>*).

#### **2. Aspectos Tecnológicos de las Comunicaciones Inalámbricas**

La tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre o privada, para transmitir entre dispositivos.

Estas condiciones de libertad de utilización sin necesidad de licencia, ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente. (*Tecnologías de Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>*).

### 3. Beneficios de las Comunicaciones Inalámbricas

Algunos de los beneficios que brindan las comunicaciones inalámbricas en comparación con las redes cableadas son las siguientes:

- Capacidad para un gran número de suscriptores
- Uso eficiente del espectro electromagnético debido a la utilización repetida de frecuencias
- Compatibilidad a nivel nacional e internacional, para que los usuarios móviles puedan utilizar sus mismos equipos en otros países o áreas
- Prestación de servicios para aplicaciones de datos, voz y video;
- Adaptación a la densidad de tráfico; dado que la densidad de tráfico es diferente en cada punto de la zona de cobertura.
- Calidad del servicio — en el caso de la voz— comparable a servicio telefónico tradicional y accesible al público en general. (*Tecnologías de Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>*).

### 4. Protocolos de las Comunicaciones Inalámbricas

#### 4.1 WIFI

En la actualidad podemos encontrarnos con dos tipos de comunicación WIFI:

- 802.11b, que emite a 11 Mb/seg, y
- 802.11g, más rápida, a 54 MB/seg.

De hecho, son su velocidad y alcance (unos 100-150 metros en hardware asequible) lo convierten en una fórmula perfecta para el acceso a internet sin cables. (*Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>*)

#### 4.1.1 Estándares de WIFI

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Son los siguientes:

Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n disfrutan de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbit/s , 54 Mbit/s y 300 Mbit/s, respectivamente.

- En la actualidad ya se maneja también el estándar IEEE 802.11a, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5 GHz y que disfruta de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5 GHz ha sido recientemente habilitada y, además, no existen otras tecnologías (Bluetooth, microondas, ZigBee, WUSB) que la estén utilizando, por lo tanto existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance). (*Tecnologías de Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>*).

Existe un primer borrador del estándar IEEE 802.11n que trabaja a 2.4 GHz y a una velocidad de 108 Mbit/s. Sin embargo, el estándar 802.11g es capaz de alcanzar ya transferencias a 108 Mbit/s, gracias a diversas técnicas de aceleramiento. Actualmente existen ciertos dispositivos que permiten utilizar esta tecnología, denominados Pre-N.

Existen otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth que también funcionan a una frecuencia de 2.4 GHz, por lo que puede presentar interferencias con Wi-Fi. Debido a

esto, en la versión 1.2 del estándar Bluetooth por ejemplo se actualizó su especificación para que no existieran interferencias con la utilización simultánea de ambas tecnologías, además se necesita tener 40 000 k de velocidad. (*Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>*)

## 4.2 WIMAX

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El estándar que define esta tecnología es el IEEE 802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados. (*Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>*)

Estándar	Descripción
802.16	Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas (3 a 7,5 km). Soporta calidad de servicio. Publicado en 2002
802.16a	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP. Publicado en abril de 2003
802.16c	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda de 10-66 GHz. Publicado en enero de 2003
802.16d	Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el WiMAX Forum. Aprobado como 802.16-2004 en junio de 2004 (La última versión del estándar)
802.16e	Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portátiles del estilo de los notebooks. Publicado en diciembre de 2005
802.16m	Extensión del 802.16 que entrega datos a velocidad de 1 Gbit/s en reposo y 100 Mbit/s en movimiento.

**Figura 2.4** Cuadro de Estándares de WIMAX  
**Fuente:** <http://blogwimax.com/que-es-wimax/>

En la Figura 2.4 se muestra las características más representativas de cada uno de los estándares que conforman la tecnología WIMAX.

### **2.3.4 Redes de Datos**

Nacen por una necesidad empresarial de transmitir información, modificarla y actualizarla de manera rápida y eficaz. Antes de que existieran las redes de datos los usuarios tenían que utilizar medios rígidos de almacenamiento de información y precisamente el desplazamiento de este medio lo hacía más complejo. (*Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>*)

Debido a estos inconvenientes se llegó a la necesidad de desarrollar estándares para las tecnologías networking, estas traen tres soluciones principales.

1. Compartir información.
2. Compartir Hardware y Software
3. Centralizando Administración y el soporte.

#### **1. Redes de Área Local**

LAN (Local Área Network) como su nombre lo indica estas son redes de área local, las cuales conectan dispositivos en una única oficina o edificio, una LAN puede ser constituida por mínimo dos computadores y una impresora.

Todas las redes están diseñadas para compartir dispositivos y tener acceso a ellos de una manera fácil y sin complicaciones. (*Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>*).

## **Características de LAN**

- \* Operan dentro de un Área geográfica limitada.
- \* Permite el multiacceso a medios con alto ancho de banda.
- \* Controla la red de forma privada con administración Local
- \* Proporciona conectividad continua a los servicios locales.
- \* Conecta dispositivos Físicamente adyacentes

## **2. Redes de Área Amplia**

WAN (Wide Área Network) al igual que las redes LAN, estas redes permiten compartir dispositivos y tener un acceso rápido y eficaz, la que la diferencia de las demás es que proporciona un medio de transmisión a larga distancia de datos, voz, imágenes, videos, sobre grandes áreas geográficas que pueden llegar a extenderse hacia un país, un continente o el mundo entero, es la unión de dos o más redes LAN.

## **Características WAN**

- \* Operan dentro de un área geográfica extensa.
- \* Permite el acceso a través de interfaces seriales que operan a velocidades más bajas.
- \* Suministra velocidad parcial y continua.
- \* Conecta dispositivos separados por grandes distancias, incluso a nivel mundial.

*(Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>)*

## **3. Red de Área Metropolitana**

Brinda una cobertura en un área geográfica extensa y la red WAN, en un área geográfica aún más extensa. Esto quiere decir que una red de datos WAN permitirá compartir datos en una superficie de gran extensión.

## **Características MAN**

\*Son redes que se extienden sobre áreas geográficas de tipo urbano, como una ciudad, aunque en la práctica dichas redes pueden abarcar un área de varias ciudades.

\*Son implementadas por los proveedores de servicio de Internet, que son normalmente los proveedores del servicio telefónico. Las MAN normalmente están basadas en estándares SONET/SDH o WDM, que son estándares de transporte por fibra óptica.

\*Estos estándares soportan tasas de transferencia de varios gigabits (hasta decenas de gigabits) y ofrecen la capacidad de soportar diferentes protocolos de capa 2. Es decir, pueden soportar tráfico ATM, Ethernet, Token Ring, FrameRelay o lo que se te ocurra.

Son redes de alto rendimiento.

\*Son utilizadas por los proveedores de servicio precisamente por soportar todas las tecnologías que se mencionan. Es normal que en una MAN un proveedor de servicios monte su red telefónica, su red de datos y los otros servicios que ofrezca. *(Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>)*

### **2.3.5 Información Digital**

La información digital es, en cambio, aquella en que la codificación toma únicamente dos valores: "0" ó "1". los datos alfanuméricos son originariamente señales digitales; pero no es el caso de la voz y de las imágenes, que necesitan digitalizarse para convertirse en formato digital.

Se denomina digitalización, el proceso de conversión de una señal analógica en digital. cada tipo de señal (analógica o digital) requiere distinta capacidad de proceso caracterizándose por el ancho de banda y la velocidad de transmisión que requiere su transporte: a mayor cantidad de información, mayor ancho de banda y velocidad se precisan. (*Sistemas de Información. 2013, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf)*)

Una información es digital cuando está codificada en el formato que puede interpretar un ordenador y suele decirse que consiste en series de ceros y de unos (0, 1). Pero esto, aunque útil, no deja de ser una simplificación. Ningún ordenador puede saber qué es un cero o qué es un uno. Por tanto, cada vez que decimos que procesa series de estos números lo estamos “humanizando”.

En realidad solamente registra cambios en señales que pueden adoptar cada vez uno de dos estados posibles, por ejemplo: corriente eléctrica de tensión alta y tensión baja, o bien presencia de corriente y ausencia de ella. El caso extremo de esta codificación lo tenemos en los discos ópticos, tipo cd-rom, donde las dos situaciones posibles consisten en simples sucesiones de depresiones y de llanos. (*Tipos de Información. 2013, Recuperado de: <http://www.tiposdeinformacion.com/contenidos/345.pdf>*)

Digital es aquello relativo a los dedos (las extremidades de las manos y los pies del ser humano). El concepto, de todas formas, está estrechamente vinculado en la actualidad a la tecnología y la informática para hacer referencia a la representación de información de modo binario (en dos estados).

Los sistemas digitales (como las computadoras) utilizan una lógica de dos estados que se representan por dos niveles de tensión eléctrica: alto (high o H) y bajo (low o L). A modo de abstracción, dichos estados se reemplazan por unos y ceros, facilitando la aplicación lógica y la aritmética.

Este sistema binario compuesto por unos y ceros permite almacenar, procesar y transmitir cualquier tipo de información. Es posible hablar de sistemas digitales combinatoriales (cuyas salidas dependen del estado de las entradas en un momento dado) y sistemas digitales secuenciales (las salidas dependen del estado al momento dado, pero también de estados previos).

Las señales digitales, por su parte, utilizan valores discretos o discontinuos, a diferencia de las señales analógicas (que apelan a una serie continua de valores). Al funcionar con valores limitados, resulta más fácil y fidedigna la transmisión de la información.

Entre las ventajas que aporta una señal digital (de televisión, por ejemplo), se encuentran la posibilidad de amplificación y reconstrucción al mismo tiempo, la corrección de errores en la recepción y la generación infinita sin pérdidas de calidad. En el ámbito de la electrónica, los circuitos digitales trabajan con información codificada en dos únicos estados (unos y ceros, de acuerdo a los distintos niveles de tensión).(*Señal Digital. 2010, Recuperado de: <http://tecnologiayinformatica.bligoo.com.ar/content/view/3138800/Tipos-de-informacion-analogica-y-digital.html#.UT9HHtY09Gg> )*

### **2.3.6 Información Análoga**

Un sistema es analógico cuando las magnitudes de la señal se representan mediante variables continuas, esto es *análogas* a las magnitudes que dan lugar a la generación de esta señal. Un sistema analógico contiene dispositivos que manipulan cantidades físicas representadas en forma analógica. En un sistema de este tipo, las cantidades varían sobre un intervalo continuo de valores.

Así, una magnitud analógica es aquella que toma valores continuos. Una magnitud digital es aquella que toma un conjunto de valores discretos.

La mayoría de las cosas que se pueden medir cuantitativamente aparecen en la naturaleza en forma analógica. Un ejemplo de ello es la temperatura: a lo largo de un día la temperatura no varía entre, por ejemplo, 20 °C o 25 °C de forma instantánea, sino que alcanza todos los infinitos valores que entre ese intervalo. Otros ejemplos de magnitudes analógicas son el tiempo, la presión, la distancia, el sonido.

Una señal analógica es un voltaje o corriente que varía suave y continuamente. Una onda senoidal es una señal analógica de una sola frecuencia. Los voltajes de la voz y del video son señales analógicas que varían de acuerdo con el sonido o variaciones de la luz que corresponden a la información que se está transmitiendo. (*Señal Digital*. 2010, Recuperado de:

<http://tecnologiayinformatica.bligoo.com.ar/content/view/3138800/Tipos-de-informacion-analogica-y-digital.html#.UT9HHtY09Gg> )

Las señales análogas se pueden percibir en todos los lugares, por ejemplo, la naturaleza posee un conjunto de estas señas como es la luz, la energía, el sonido, etc., estas son señales que varían constantemente. Un ejemplo muy práctico es cuando el arco iris se descompone lentamente y en forma continua. Cuando los valores del voltaje o la tensión tienden a variar en forma de corriente alterna se produce una señal eléctrica analógica. En este caso se incrementa durante medio ciclo el valor de la señal con signo eléctrico positivo; y durante el siguiente medio ciclo, va disminuyendo con signo eléctrico negativo. Es desde este momento que se produce un trazado en forma de onda senoidal, ya que este da a lugar a partir del cambio constante de polaridad de positivo a negativo.

Las señales de cualquier comunicación electrónica o de cualquier ruido, puede presentar algunas complicaciones; por ejemplo, estas pueden ser modificadas a través del ruido de forma no deseada. Es por estas razones que se recomienda que la señal antes de ser procesada se acondicione; de este modo no generará estas modificaciones imprevistas. Si se presenta este problema; se debe capturar las ondas de sonido

analógicas con un micrófono, y luego se deben convertir en una señal de audio (pequeña variación analógica de tensión).

A medida que cambia la frecuencia del sonido y el volumen va a ir variando la tensión de forma continua; en estos momentos se destina a la entrada de un amplificador lineal. La tensión de entrada  $Z$  amplificada, o sea, la salida del amplificador se deberá de introducir en el altavoz; el cual convertirá la señal de audio ya amplificada en ondas sonoras; las cuales poseen un mayor y mejor sonido que el sonido que había capturado el micrófono. Son muchos los sistemas que eran analógicos y que hoy en día se han convertido en digitales; como son las grabaciones de video, las grabaciones de audio y las fotografías. También hay sistemas, que en la actualidad usan los dos tipos de métodos, o sea, el analógico y el digital; como es el reproductor de disco compacto. (*Señal Digital. 2010, Recuperado de: <http://tecnologiayinformatica.bligoo.com.ar/content/view/3138800/Tipos-de-informacion-analogica-y-digital.html#.UT9HHtY09Gg> )*

### **2.3.7 Electrónica**

Estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo microscópico de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente.

Utiliza una gran variedad de conocimientos, materiales y dispositivos, desde los semiconductores hasta las válvulas termoiónicas.

El diseño y la gran construcción de circuitos electrónicos para resolver problemas prácticos forman parte de la electrónica y de los campos de la ingeniería electrónica, electromecánica y la informática en el diseño de software para su control. (*ROBERT, 1997: 89*).

#### **a) Aplicaciones de la Electrónica**

La electrónica desarrolla en la actualidad una gran variedad de tareas. Los principales usos de los circuitos electrónicos son el control, el procesado, la distribución de

información, la conversión y la distribución de la energía eléctrica. Estos dos usos implican la creación o la detección de campos electromagnéticos y corrientes eléctricas. Entonces se puede decir que la electrónica abarca en general las siguientes áreas de aplicación:

- Electrónica de control
- Telecomunicaciones
- Electrónica de potencia (*Comunicación Inalámbrica. 2012, Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>*)

#### **b) Sistemas Electrónicos**

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos que interactúan entre sí para obtener un resultado. Una forma de entender los sistemas electrónicos consiste en dividirlos en las siguientes partes:

- Entradas o Inputs – Sensores (o transductores) electrónicos o mecánicos que toman las señales (en forma de temperatura, presión, etc.) del mundo físico y las convierten en señales de corriente o voltaje. Ejemplo: El termopar, la foto resistencia para medir la intensidad de la luz, etc.
- Circuitos de procesamiento de señales – Consisten en consisten en artefactos electrónicos conectadas juntas para manipular, interpretar y transformar las señales de voltaje y corriente provenientes de los transductores.
- Salidas o Outputs – Actuadores u otros dispositivos (también transductores) que convierten las señales de corriente o voltaje en señales físicamente útiles. Por ejemplo: un display que nos registre la temperatura, un foco o sistema de luces que se encienda automáticamente cuando esté oscureciendo. (*ROBERT, 1997: 89*).

Un sistema electrónico se puede dividir en tres partes o bloques fundamentales:

- Bloque de entrada; a través del cual el sistema recibe la información que va a procesar o las variables que determinan su funcionamiento.
- Bloque de proceso; en el que se realizan las operaciones necesarias para gobernar los actuadores
- Bloque de salida; se encarga de realizar la acción final correspondiente al objetivo deseado (ROBERT, 1997: 89).

### c) Evolución de los Sistemas Electrónicos

El transistor, creado en 1948, reemplazó casi totalmente al tubo de vacío en la mayor parte de sus aplicaciones, los progresos subsiguientes que se dieron en los sistemas electrónicos llevó al desarrollo del circuito integrado en la década del 70'; estos dispositivos tienen la capacidad de contener miles de transistores en un pequeño trozo de material, permitiendo así construir circuitos electrónicos complejos como los de las microcomputadoras, equipos de video, sonido y satélites de comunicaciones.

El desarrollo de los sistemas electrónicos revolucionó por completo el campo de las comunicaciones tanto como la gestión de información y la informática; los circuitos integrados que dichos sistemas poseen han permitido reducir el tamaño de los dispositivos con el consiguiente descenso de los costos de fabricación y mantenimiento de diversos sistemas, ofreciendo, a su vez, una mayor fiabilidad y velocidad.

Relojes digitales, juegos electrónicos, notebooks, son claros ejemplos; otro avance fundamental fue la digitalización de las señales de sonido, proceso en donde la amplitud y frecuencia de una señal de sonido se codifica de manera digital; la música grabada a través de este formato se caracteriza por una fidelidad que no era posible de alcanzar con los métodos antiguos de grabación. (*Comunicación Inalámbrica. 2012,*

Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>)

#### **d) Señales Electrónicas**

Es la representación de un fenómeno físico o estado material a través de una relación establecida; las entradas y salidas de un sistema electrónico serán señales variables.

En electrónica se trabaja con variables que toman la forma de Tensión o corriente estas se pueden denominar comúnmente señales. Las señales primordialmente pueden ser de dos tipos:

- **Variable analógica.**- Son aquellas que pueden tomar un número infinito de valores comprendidos entre dos límites. La mayoría de los fenómenos de la vida real dan señales de este tipo. (presión, temperatura, etc.)
- **Variable digital.**- También llamadas variables discretas, entendiéndose por estas, las variables que pueden tomar un número finito de valores. Por ser de fácil realización los componentes físicos con dos estados diferenciados, es este el número de valores utilizado para dichas variables, que por lo tanto son binarias. Siendo estas variables más fáciles de tratar (en lógica serían los valores V y F) son los que generalmente se utilizan para relacionar varias variables entre sí y con sus estados anteriores. (*Electrónica y sus ventajas 2010, Recuperado de: <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/2001/diciembre/5.pdf> )*

### 2.3.8 Relojes de Tarjeta



**Figura 2.5** Tarjeteros de Reloj

**Fuente:** <http://www.tecnicosen.com/Productos/RelojesChecadores/tabid/97/Default.aspx>

En la Figura 2.5 se muestra los relojes de tarjeta que funcionan de forma manual con reloj analógico que imprimen la hora de llegada de cada una de las rutas de los buses urbanos destinados en ese punto de control. (*Controladores de reloj 2012, Recuperado de: <http://www.logismarket.com.ar/sundial/reloj-fechador/2578921053-1179609786-p.html>*)

#### Características de los Relojes de Tarjeta

- Reloj electromecánico marca Acroprint.
- Carátula analógica al frente.
- Cinta reversible bicolor de larga duración.
- Motor sincrónico a 60 ciclos.
- Llave de seguridad.
- Impresión horizontal manual.
- Imprime mes, día, hora y minutos.
- Fabricado en materiales de polycarbonato ABS de alto impacto, resistente al trato rudo anticorrosivo y a prueba de oxidación.
- Controla tarjetas semanales o quincenales. (*Controladores de reloj 2012, Recuperado de: <http://www.logismarket.com.ar/sundial/reloj-fechador/2578921053-1179609786-p.html>*)

### **2.3.9 Transporte Público**

Comprende los medios de transporte en que los pasajeros no son los propietarios de los mismos, siendo servidos por terceros. Los servicios de transporte público pueden ser suministrados tanto por empresas públicas como privadas.

### **Características del Transporte Público**

Dentro de los elementos que tiene un sistema de transporte, en los sistemas de transporte público, la demanda está dada por las personas (pasajeros) y la oferta está dada por los vehículos, la infraestructura, los servicios y los operadores (conductores). En cambio, en muchos sistemas de transporte privado, la persona en un vehículo son parte de la demanda y las vías son la oferta.

## **2.4 Hipótesis**

¿La deficiente toma de Lectura y Transmisión de datos actual influye en el control de las rutas y tiempos de recorrido de Buses Urbanos?

## **2.5 Determinación de Variables**

### **2.5.1 Variable Independiente**

Lectura y Transmisión de datos.

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Control de rutas.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Enfoque**

Este trabajo de investigación Sistema de comunicación inalámbrica para la lectura y transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos, tuvo un enfoque cualitativo ya que la obtención de los datos fue participativa para los diferentes departamentos de las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato, brindando una perspectiva desde el interior del problema y asumiendo una realidad dinámica de la misma y cuantitativa debido a que la indagación fue objetiva, normativa, externa, explicativa, y realista.

### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación**

La investigación se realizó con las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato y con sus respectivos lugares de trabajo.

#### **3.2.1 Investigación Bibliográfica**

El proyecto fue de modalidad bibliográfica porque la explicación científica de las variables del tema de investigación se lo realizó consultando en libros de electrónica, revistas y publicaciones de internet referentes a la tecnología Inalámbrica y sus aplicaciones. Siendo el proceso más adecuado para obtener información.

#### **3.2.2 Investigación De Campo**

Se utilizó investigación de campo puesto que el investigador pudo conocer cuál es el principal problema de las Cooperativas de Buses Urbanos, para poder recolectar la

mayor cantidad de información, se contextualizó y se formuló una propuesta para solucionar el problema.

### **3.3 Niveles De Investigación**

#### **3.3.1 Exploratorio**

El nivel de investigación fue exploratorio en cuanto se buscó datos documentados para contextualizar el problema planteado que se encontró dentro del marco de indagación del presente proyecto, el mismo que no ha sido investigado y en donde sus variables son de interés obligatorio.

#### **3.3.2 Correlacional**

El nivel de investigación fue Correlacional ya que se midió el grado de relación y la manera cómo interactúan las variables. Es decir, cuando una de ellas varía, la otra también experimentará una forma de cambio.

#### **3.3.3 Explicativa**

Fue de nivel explicativa puesto que permitió determinar el grado de relación que existe entre las variables, las causas y consecuencias del problema que se llegó a la comprensión de la hipótesis, mediante análisis, síntesis y manejo de la información.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

Para el presente trabajo de investigación la población la constituirán los dueños y choferes de los buses, el personal de las cooperativas involucradas, contando en total con 300 personas.

#### **3.4.2 Muestra**

Se aplicó la siguiente ecuación para determinar el tamaño de la muestra a considerarse en el estudio:

$$m = \frac{n}{(1 + \frac{n}{N})}$$

Dónde:

m = tamaño de la muestra

n = varianza de la muestra / varianza de la población

N = tamaño de la población

% Confianza = 95

Varianza de la muestra = (100 - % Confianza) / 100 = 0.05

Varianza de la Población (Constante) =  $0.015^2 = 0.000225$

$$n = \frac{0.05}{0.000225}$$

**n = 222.22**

$$m = \frac{222.22}{1 + \frac{222.22}{300}}$$

$$m = 127.71$$

Tamaño de la muestra: 130 personas

### 3.5 Operacionalización De Las Variables

#### 3.5.1 Operacionalización De La Variable Dependiente

Tabla 3.1 Variable Dependiente

• Variable Dependiente: Control de rutas.				
Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Ítems	Instrumentos Técnicos
<p><b>Control de rutas.-</b> Es la regulación por parte de la normativa de Tránsito de transporte público el cual determina la frecuencia de desplazamiento de unidad, así como el tiempo de recorrido, turno de operación y ruta por la cual debe desplazarse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación</li> <li>• Transporte</li> <li>• Recorrido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlador de tarjeta</li> <li>• Sistema de control</li> <li>• Tráfico, proceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cree que la toma de información del recorrido de buses urbanos por medio de un controlador de tarjeta manual se considera?</li> <li>• ¿Cree que con un nuevo sistema de control se disminuirá el tiempo de la lectura del recorrido de los buses urbanos?</li> <li>• ¿Considera usted qué el tráfico que ocasiona el proceso de marcar el tiempo del recorrido es: ?</li> </ul>	<p>Encuesta aplicando el cuestionario a los empleados de las cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato.</p>

Elaborado por: Investigador

### 3.5.2 Operacionalización De La Variable Independiente

Tabla 3.2 Variable Independiente

• Variable Dependiente: Lectura y transmisión de datos				
Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Ítems	Instrumentos
<p><b>Lectura y Transmisión de datos.-</b> es obtener y enviar información que será almacenada en un medio lógico con un fin específico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información</li> <li>• Almacenar</li> <li>• Enviar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto electrónico</li> <li>• Control, tiempos</li> <li>• Sistema inalámbrico</li> <li>• Transportistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Está de acuerdo con que se implemente un proyecto electrónico para ayudar a controlar el tiempo de recorrido de los buses urbanos de la ciudad de Ambato?</li> <li>• Cree que un sistema electrónico que controle el tiempo de recorrido de buses automáticamente beneficiará más a:</li> <li>• ¿Se cuenta con un sistema inalámbrico para el control de rutas y tiempos del recorrido de buses en la ciudad de Ambato?</li> <li>• ¿Se conseguirá brindar un mejor servicio a los señores transportistas de las cooperativas de buses urbanos con el sistema propuesto anteriormente?</li> </ul>	<p>Encuesta aplicando el cuestionario a los empleados de las cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato.</p>

Elaborado por: Investigador

### **3.6 Plan de Recolección de Información**

La recolección de información se realizó a través de la encuesta, por medio de un cuestionario, para la recolección de la información.

### **3.7 Procesamiento y Análisis de la Información**

#### **3.7.1 PLAN DE ANÁLISIS**

Los datos que se obtuvieron de la recolección de información contribuyeron a tener un conocimiento completo del problema, también se realizó una investigación profunda del origen del mismo y de los posibles factores que ayudaron a la elaboración del estudio de tiempos y movimientos ya que esto fue parte fundamental de la propuesta.

#### **3.7.2 PLAN DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

El análisis de los resultados se realizó desde un punto de vista descriptivo, esto permitió el tener como fundamento al marco teórico. Además los datos obtenidos como resultados se sometieron a un análisis crítico, fundamentándonos nuevamente en el contenido teórico descrito. Se comprobó la hipótesis y finalmente se plantearon las conclusiones y recomendaciones respectivas.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Situación Actual y Requerimientos

En la actualidad las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato controlan sus rutas por medio de procesos manuales.



**Figura 4.1** Relojes de Tarjeta

**Elaborado por:** Investigador

En la Figura 4.1 se puede observar que las Cooperativas de Buses urbanos de la ciudad de Ambato se encuentran controlando el tiempo por medio de un reloj de tarjeta manual, el mismo que por sus condiciones de uso se puede ver afectado por golpes, ya que carece de una protección adecuada.



**Figura 4.2** Control por medio de una tarjeta de cartón

**Elaborado por:** Investigador

En la Figura 4.2 se muestra que para registrar el tiempo de cada ruta recorrida se utiliza una tarjeta en la cual se marca el tiempo por medio de un reloj manual.



**Figura 4.3** Tráfico Vehicular

**Elaborado por:** Investigador

Como se observa en la Figura 4.3 el proceso de marcar el tiempo de las rutas específicas conlleva una serie de factores que retrasan el normal desempeño de parte de la unidad de transporte en servicio de la comunidad, debido a que la misma tiende a estacionarse por varios minutos produciendo tráfico vehicular.



**Figura. 4.4** Flujo Vehicular

**Elaborado por:** Investigador

En la Figura 4.4 se evidencia que los señores que marcan el tiempo de los recorridos de los buses exponen sus vidas al momento de brindar su servicio, puesto que en el lugar existe gran flujo vehicular.



**Figura 4.5** Avenida en ambas direcciones

**Elaborado por:** Investigador

Como se muestra en la Figura 4.5 para marcar el tiempo de recorrido de los buses que circulan en ambas direcciones de la vía, estas personas deben cruzar las avenidas sorteando los vehículos que transitan por el lugar, aumentando los accidentes de tránsito y obstaculizando el tráfico.

La lectura y control del tiempo de cada una de las rutas de los buses, son procesos de gran importancia para el momento de otorgar los distintos reportes a los señores transportistas, siendo prioridad de las Cooperativas de buses urbanos automatizar dichos procesos, permitiendo reducir errores en la toma de datos de los recorridos de los buses, reduciendo costos operativos y mejorando la atención a los señores pasajeros.

Las personas que controlan el tiempo con el reloj de tarjeta manual no se encuentran dentro de un Régimen Laboral correcto, ya que, son personas que no poseen contrato, por ende no se encuentran afiliados al IESS.

Además estas personas no son fijas en su lugar de trabajo, ya que este cargo no es estable para ninguno; el sueldo que estas personas cobran es bajo comisión por cada lectura de los tiempos de recorridos de los buses, dejando a libre albedrío el precio que se consigna q va desde \$0,50 a \$1.00.

Cabe recalcar que algunas de las personas que controlan el tiempo con el reloj de tarjeta manual son menores de edad.

#### **4.2 Análisis de las Encuestas Realizadas**

La encuesta fue realizada a los dueños y choferes de los buses, el personal de las cooperativas involucradas y pasajeros al azar. La totalidad de personas encuestadas fueron 130, los datos obtenidos de las encuestas fueron analizados de forma sistemática permitiendo obtener conclusiones claras para el proceso de investigación. En el Anexo 1 se encuentra el formato de la Encuesta realizada.

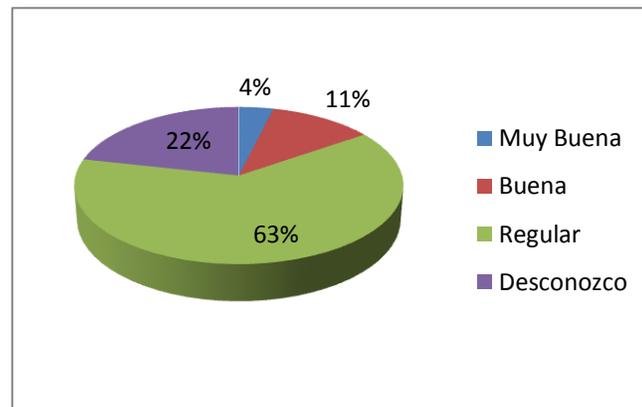
Para poder visualizar con mayor detalle los resultados de las encuestas, se realizan gráficos en los cuales se detallan los porcentajes de cada ítem con su respuesta.

**Pregunta 1.** ¿Cree que la toma de información del recorrido de buses urbanos por medio de un controlador de tarjeta manual se considera?

**Tabla 4.1:** Análisis de Resultados Pregunta 1

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Muy Buena	5	4%
Buena	15	11%
Regular	82	63%
Desconozco	28	22%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.1.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 1

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

En esta pregunta el 4% de las personas encuestadas indican que la toma de información del recorrido de buses por medio de la tarjeta manual es muy buena, sin embargo, el 11% de las personas consideran que es buena, mientras que el 63% de los encuestados opinan que es regular y un 22% desconocen acerca de ésta.

### Interpretación.

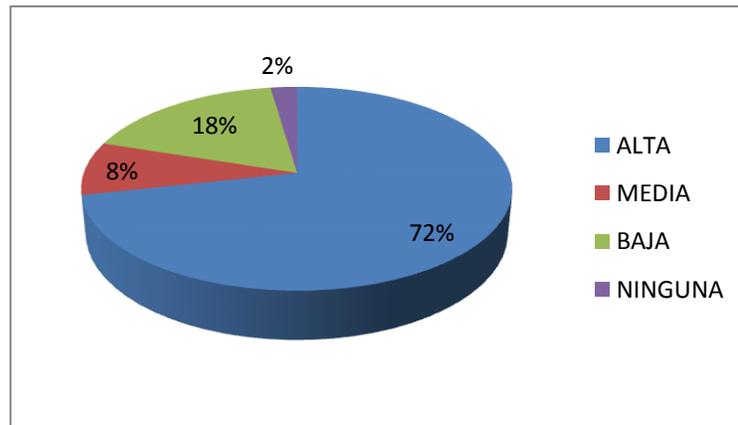
La información que se obtiene por medio de la toma de un controlador de tarjeta manual es considerada como regular ya que no se adquiere cien por ciento la eficacia deseada, por no ser considerada como real e instantánea. Sin embargo también se observó que existe un gran porcentaje de personas que desconocen el sistema con el que actualmente trabajan las Cooperativas de buses urbanos.

**Pregunta 2.** ¿Considera que la congestión vehicular que ocasiona el proceso de marcar el tiempo del recorrido de los buses urbanos es: ?

**Tabla 4.2:** Análisis de Resultados Pregunta 2

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
ALTA	93	72%
MEDIA	11	8%
BAJA	23	18%
NINGUNA	3	2%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.2.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 2

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

De los resultados obtenidos el 93% considera que la congestión vehicular producida por marcar el tiempo del recorrido de los buses es alta, no obstante el 8% afirma que es media, mientras que el 18% piensa que es baja y un 2% considera q no existe congestión vehicular.

### **Interpretación.**

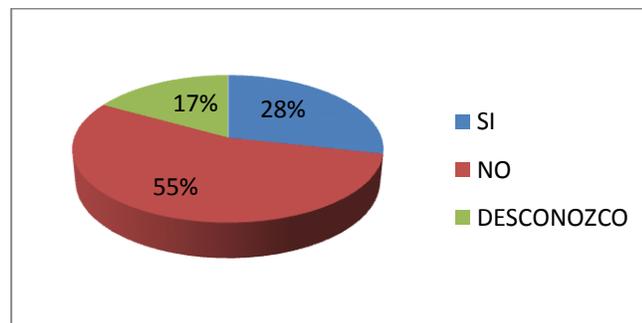
La congestión que causa el marcar el tiempo en los controladores de tarjeta es alta, pues este proceso dura algunos minutos, perjudicando de esta manera a los señores pasajeros en su rutina diaria, así como a los señores transportistas de otros vehículos, impidiendo el paso en los demás carriles.

**Pregunta 3.** ¿Se cuenta con un sistema alternativo para el control de rutas y tiempos del recorrido de buses urbanos en la ciudad de Ambato?

**Tabla 4.3:** Análisis de Resultados Pregunta 3

<b>Ítem</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
SI	37	28%
NO	71	55%
DESCONOZCO	22	17%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.3.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 3

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

El 28% de los encuestados considera que existe un sistema alternativo para el control de rutas de los buses, pero un 55% de personas piensan que no existe dicho sistema, sin embargo, un 22% desconoce de esta pregunta descrita.

### **Interpretación.**

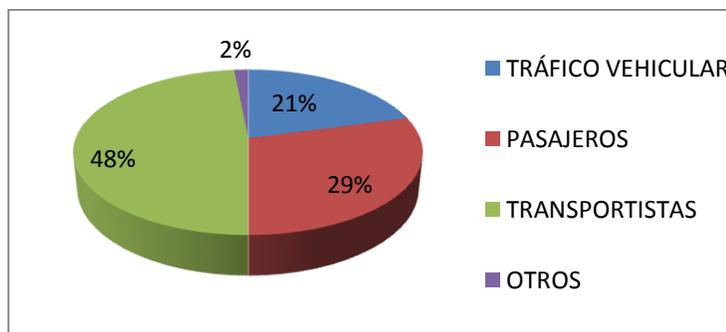
Las cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato cuentan con un sistema de control de rutas por medio de un controlador de tarjeta manual, sin embargo si este sufre algún daño, será reemplazado por el registro manual; más no por otro sistema automático, produciendo de esta manera irregularidad en el control antes mencionado.

**Pregunta 4.** ¿Cree que un sistema electrónico que controle el tiempo del recorrido de buses en forma automática beneficiará más a: ?

**Tabla 4.4:** Análisis de Resultados Pregunta 4

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
TRÁFICO VEHICULAR	27	21%
PASAJEROS	38	29%
TRANSPORTISTAS	63	48%
OTROS	2	2%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.4.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 4

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

Los resultados de esta pregunta indican que el 21% de las personas encuestadas consideran que el sistema electrónico beneficiará más al tráfico vehicular, mientras que el 29% opinan q los beneficiarios directos serán los señores pasajeros, no obstante el 48% creen que serán los transportistas, y un 2% consideran que serán otros los beneficiados.

### **Interpretación.**

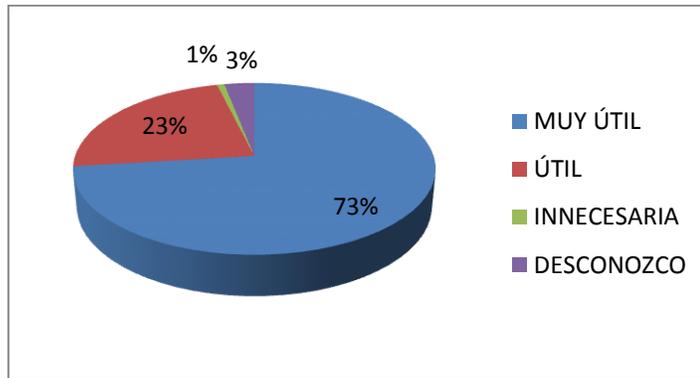
Los beneficiados mayoritarios de que exista un sistema automático son los señores transportistas, ya que en este caso no tendrán que estacionarse por minutos inesperados, ni interrumpir el tráfico vehicular, sin embargo este sistema automático ayudará a un mejor control en los tiempos de rutas de los buses urbanos de la ciudad de Ambato.

**Pregunta 5.** ¿Considera que la toma de información de los tiempos de las rutas de los buses que se obtiene por medio del controlador de tarjeta es: ?

**Tabla 4.5:** Análisis de Resultados Pregunta 5

<b>Ítem</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
MUY ÚTIL	95	73%
ÚTIL	30	23%
INNECESARIA	1	1%
DESCONOZCO	4	3%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.5.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 5  
**Fuente:** Encuesta Realizada  
**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

De las 130 encuestas realizadas el 73% manifiesta que la toma de datos que se obtiene por medio del controlador de tarjeta es muy útil, mientras que el 23% indica que la información mencionada es útil, sin embargo el 1% opina que es innecesario este proceso y un 3% de personas encuestadas señala que desconoce la respuesta indicada para esta pregunta.

### **Interpretación.**

La Información que se obtiene de los controladores de tarjeta es imprescindible, porque de aquí se obtiene datos para controlar los tiempos de cada ruta, además de las distintas multas que se establecen según los estatutos de cada Cooperativa de buses urbanos.

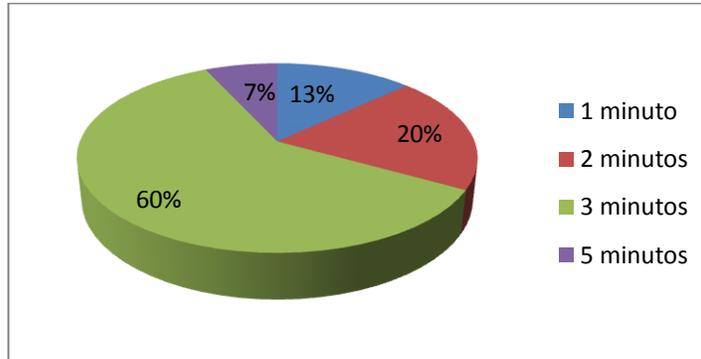
**Pregunta 6.** ¿Qué tiempo se demora el señor transportista en marcar la hora del recorrido del bus en el controlador de tarjeta?

**Tabla 4.6:** Análisis de Resultados Pregunta 6

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
1 minuto	17	13%
2 minutos	26	20%
3 minutos	78	60%

5 minutos	9	7%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.6.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 6

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

El 13% de los encuestados indican que el tiempo que se demoran los señores transportistas en marcar el tiempo del recorrido del bus en el controlador de tarjeta es 1 minuto, sin embargo 20% opinan que se demoran 2 minutos, el otro 60% consideran que el proceso de marcar la hora es de 3 minutos, y un 7% indica que se demoran 5 minutos.

### **Interpretación.**

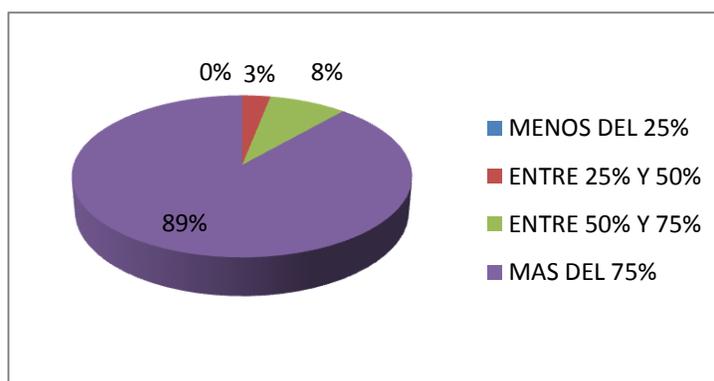
El tiempo que se demoran los señores transportistas en marcar en el controlador de tarjeta es un tiempo aproximado de tres minutos, lo que ocasiona una incertidumbre y preocupación en los pasajeros y vehículos particulares, ya que perjudica con esto directamente en las labores diarias y en otras ocasiones produce accidentes de tránsito por su parada inesperada.

**Pregunta 7.** ¿En qué porcentaje cree que se optimizará el control de recorrido de buses urbanos con un sistema automático?

**Tabla 4.7:** Análisis de Resultados Pregunta 7

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
MENOS DEL 25%	0	0%
ENTRE 25% Y 50%	4	3%
ENTRE 50% Y 75%	11	8%
MAS DEL 75%	115	89%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.7.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 7

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

El 3% de los encuestados manifiesta que el porcentaje que se optimizará en el control del recorrido de buses son un sistema automático es entre el 25% y 50%, mientras que el 8% considera que se aumentará entre un 50% y 75% y un 89% de personas indica que el porcentaje se optimizará en más de un 75%.

### **Interpretación.**

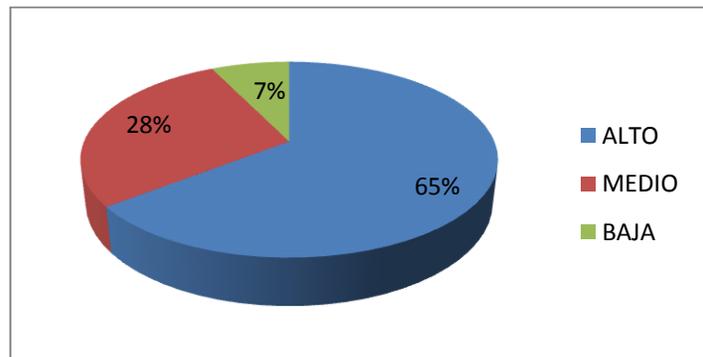
Los resultados de las encuestas realizadas nos indican que un sistema automático ayudará a optimizar el control de recorrido de los buses urbanos en más de un 75%, por ende es beneficioso ya que un nuevo sistema en comparación con el usado actualmente nos brinda mayor eficacia en los datos obtenidos proporcionándonos confiabilidad en los mismos.

**Pregunta 8.** ¿Qué nivel de posibilidad ofrecería la implementación de este sistema automático en la disminución de accidentes de tránsito?

**Tabla 4.8:** Análisis de Resultados Pregunta 8

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
ALTO	89	%
MEDIO	39	%
BAJA	10	%
Total:	130	100%

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico 4.8.** Análisis Gráfico de Porcentajes Pregunta 8

**Fuente:** Encuesta Realizada

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

De las 130 encuestas realizadas se observó que el 65% indica que la disminución de accidentes de tránsito será baja, mientras que el 28% menciona que la disminución será media, y un 7% considera que es baja la posibilidad de la disminución de accidentes.

### **Interpretación.**

Es claramente visible que los accidentes de tránsito son provocados por las paradas inesperadas que ocasionan los señores transportistas al marcar el tiempo de recorrido,

por ende, un sistema automático ayudará de mejor manera a prevenir tales casos ya que se elimina el tiempo de espera del registro de las rutas previstas.

### **4.3 Análisis e Interpretación**

De los resultados obtenidos se puede observar que el control del recorrido de los buses urbanos de la ciudad de Ambato no es muy eficaz, de acuerdo al resultado indicado en la pregunta 1, siendo ésta una de los causantes que los reportes emitidos por las distintas cooperativas posean algunos errores al final del mes.

También se señaló que la congestión que causa marcar el tiempo en los relojes de tarjeta es alta ya que dura varios minutos, y por ende es molesto para los señores pasajeros y vehículos particulares; como se indica en las preguntas 2 y 6.

Las cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato cuentan con un sistema manual para registrar el control de rutas, sin embargo la información que se obtiene de éstas es muy necesaria para el respectivo control en las cooperativas, como se muestra en las preguntas 3 y 5.

El sistema beneficiará en un gran porcentaje a los señores transportistas para que brinden un mejor servicio a los usuarios, como se pudo determinar en los resultados obtenidos en la pregunta 4, además el control de rutas se optimizará más del 75%, utilizando un sistema automático en la toma de datos de los distintos recorridos de los buses, según las respuestas obtenidas en la pregunta 7.

La implementación de un sistema automático en el control de rutas para los buses urbanos de la ciudad de Ambato nos ayudará a disminuir accidentes de tránsito ocasionados por marcar el tiempo de los diferentes recorridos de las cooperativas.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

De los capítulos anteriores se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- El control del recorrido de las cooperativas de buses urbanos en la ciudad de Ambato se lo hace en forma manual por medio de un reloj de tarjeta. Lo que incide directamente en la calidad del servicio brindado a los señores pasajeros, esto se debe principalmente a que se presentan quejas por la demora que existe en marcar el tiempo de las distintas rutas.
- Se detectó que la forma como se está realizando la lectura y transmisión del control de recorridos de los buses urbanos de la ciudad de Ambato es inadecuada, provocando costos operativos altos, debido a que se utiliza personal al cual se lo debe cancelar un sueldo que sustenta cada señor transportista, según el número de rutas que se realizan cada día.
- El factor responsable del deficiente sistema de control de tiempos y rutas existente es la falta de actualización y empleo de nuevas tecnologías asociadas a las comunicaciones inalámbricas, motivo por el cual las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato no posee un eficaz control y monitoreo de los mismos, es por tal motivo que se presenta un diseño el cual cumple con las normas y estándares adecuados.

## 5.2 Recomendaciones.

- Para mejorar la calidad del servicio prestado por las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato se recomienda analizar nuevas formas de realizar el proceso de lectura, y transmisión de forma automática. Lo que permitirá reducir las quejas de los señores pasajeros.
- Se recomienda cambiar la forma como se realiza la lectura, y transmisión del control de rutas de buses a un sistema que permita realizar esta tarea de forma eficiente y así poder reducir los costos operativos.
- Se sugiere automatizar el proceso de toma de lectura, y transmisión del control de rutas de buses; de esta manera evitar que las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato sigan sufriendo pérdidas económicas por no contar con un sistema adecuado.
- Se recomienda destinar los recursos necesarios para mejorar el deficiente sistema de control actual invirtiendo en tecnología actual como lo plantea el diseño del control de rutas y tiempos, por lo cual las cooperativas de buses urbanos deberán presupuestar el dinero, siendo de vital importancia para la toma de decisiones de acuerdo a los requerimientos existentes y a su vez alcanzar los objetivos planteados.
- Se recomienda analizar los procedimientos actuales para el control de tiempos y rutas de los buses urbanos, de esta manera considerar la utilización de equipos y dispositivos necesarios para el control respectivo, los cuales ayudaran al correcto manejo de información real optimizando tiempo y recursos.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Informativos**

##### **a) Tema de la Propuesta**

“Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato.”

##### **b) Ubicación**

- PROVINCIA: Tungurahua
- CANTÓN: Ambato
- LUGAR: Cooperativas de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato

##### **c) Beneficiarios**

- Cooperativa de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato.
- Pasajeros de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato.

##### **d) Tutor**

Ing. Geovanni Brito

##### **e) Autor**

Catalina Pico G.

## **6.2 Antecedentes de la Propuesta**

Luego de recolectar información sobre cómo se realiza el control de rutas de los buses urbanos de la ciudad de Ambato a través de encuestas, se concluye que las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato no cuenta con un sistema adecuado para realizar los procesos de lectura y transmisión de datos de los recorridos, esto se ve reflejado en los constantes reclamos de parte de los señores transportistas y por el tráfico ocasionado en las vías principales.

El sistema de Comunicación Inalámbrica permitirá automatizar los procesos de lectura y transmisión de recorridos de los buses urbanos, permitiendo contar con los datos de estos procesos en tiempos muy reducidos, minimizando errores. Este sistema permitirá brindar un servicio de calidad a los pasajeros de los buses urbanos de la ciudad de Ambato, mejorando de esta manera la imagen de las Cooperativas de Buses Urbanos.

## **6.3 Justificación**

La deficiente forma de realizar la toma y transmisión de datos de los recorridos de los buses urbanos no solo implica la necesidad de diseñar, también se debe mejorar la forma como se la está realizando dicho proceso en la actualidad, permitiendo mejorar el servicio a la ciudadanía ambateña, de tal forma que aumente la calidad del servicio prestado.

Este trabajo de investigación facilitará la adquisición y transmisión de datos del recorrido de buses urbanos de forma segura, realizándolos en un tiempo muy corto, optimizando recursos y sobre todo mejorando la atención a los ciudadanos.

Por tal razón se utiliza tecnología de punta y que se encuentra disponible en el mercado, como es la tecnología inalámbrica RFID y WIFI que permite automatizar el proceso de lectura y transmisión del recorrido de los buses urbanos de la ciudad de Ambato.

## **6.4 Objetivos**

### **6.4.1 Objetivo General**

- Diseñar un sistema inalámbrico que permita realizar la lectura y transmisión de datos del control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros necesarios para la selección del módulo de comunicación Inalámbrica que permitirá la transmisión de las lecturas de los tiempos de los buses urbanos.
- Analizar cuál es la topología de red que mejor se adapta a los requerimientos para la transmisión del control de tiempos en los buses urbanos en forma inalámbrica.
- Realizar un estudio de los puntos estratégicos para el control del recorrido y tiempos de los buses urbanos de la ciudad de Ambato.

## **6.5 Análisis de Factibilidad**

La presente propuesta se basa en los resultados de la investigación. Para poder desarrollar de mejor manera su factibilidad se ha dividido en varios ámbitos entre los que se destacan los siguientes.

### **6.5.1 Factibilidad Técnica**

El diseño de un sistema de Comunicación Inalámbrica que admita realizar la toma y transmisión de datos del recorrido de buses urbanos permitirá efectuar esta tarea con una mayor precisión de tal forma que se podría mejorar la calidad del servicio sustancialmente.

El diseño de esta propuesta es técnicamente factible puesto que se utilizara tecnología de última generación la cual tiene un consumo de energía muy bajo la misma que es amigable con el medio ambiente y cuenta con altos niveles de seguridad para

garantizar la integridad de los datos. Además este sistema podrá integrarse fácilmente con otras tecnologías para mejorar sus aplicaciones.

Adicionalmente los materiales e implementos necesarios para el diseño de la propuesta se los puede obtener en el mercado nacional fácilmente a bajos costos.

### **6.5.2 Factibilidad Económica**

La propuesta Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato es económicamente viable, puesto que las tecnologías utilizadas para el diseño de la propuesta están acorde a los presupuestos que se designan anualmente para el desarrollo de las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato.

### **6.5.3 Factibilidad Científica**

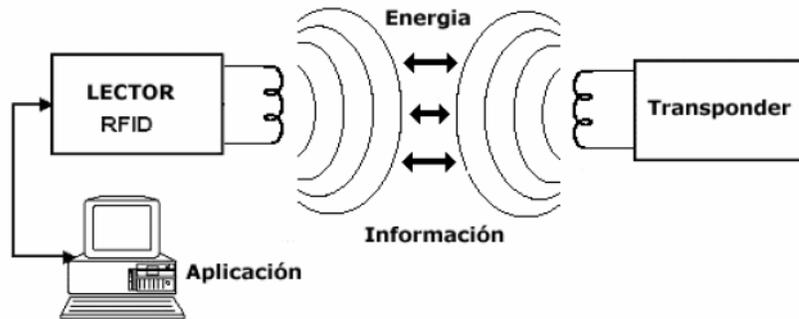
El diseño del sistema es bibliográficamente factible debido a que la información necesaria para su diseño se lo puede conseguir de forma fácil en internet, libros de electrónica, revistas técnicas y en manuales de referencia de cada elemento utilizado en el diseño de la propuesta.

## **6.6 Fundamentación**

### **6.6.1 Definición**

Un sistema de RFID (Radio Frequency IDentification) es la tecnología inalámbrica que nos permite, básicamente, la comunicación entre un lector y una etiqueta. Estos sistemas permiten almacenar información en sus etiquetas mediante comunicaciones de radiofrecuencia. Esta información puede ir desde un Bit hasta KBytes, dependiendo principalmente del sistema de almacenamiento que posea el transponder.

Los sistemas de RFID no son del todo nuevos, aparecen en los años 80 en sistemas de identificación, pero sí es cierto que actualmente están recibiendo una especial atención en muchos campos de la industria, lo que permite grandes avances en esta tecnología. Por ese motivo aparecen continuos estándares, aplicaciones e innovaciones, como se indica en la Figura 6.1



**Figura 6.1** Esquema de un Sistema RFID

**Fuente:** <http://www.domodesk.com/content.aspx?co=97&t=21&c=47>

Un tag, (transponder o etiqueta electrónica) contiene un microchip y una antena, que puede adherirse a cualquier producto. Incluso se están desarrollando tags que son de un tamaño tan pequeño que pasarían inadvertidas en algunos objetos. El microchip almacena un número de identificación –una especie de matrícula única de dicho producto. Podemos decir, que cada objeto tendrá un código único que lo diferenciará e identificará no sólo de otros tipos de productos, sino de productos iguales.

El funcionamiento del sistema, es a priori, bastante sencillo, como podemos observar en la Figura 6.1, el lector envía una serie de ondas de radiofrecuencia al tag, que son captadas por la microantena de éste. Dichas ondas activan el microchip, el cual, a través de la microantena y mediante ondas de radiofrecuencia, transmite al lector la información que tengan en su memoria. Finalmente, el lector recibe la información que tiene el tag y lo envía a una base de datos en la que previamente se han registrado las características del producto o puede procesarlo según convenga a cada aplicación. (Simulación de un sistema RFID 2010, Recuperado de: <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmall.s.pdf>).

La comunicación entre el lector y la etiqueta se realiza mediante señales de radiofrecuencia a una determinada frecuencia que generan las antenas de lector y etiqueta, estas frecuencias pueden ser iguales o pueden ser armónicos. La comunicación entre ellas tiene unas determinadas características de alcance, velocidad y seguridad según el rango de frecuencia, el tipo de antenas utilizadas, el tipo de etiquetas y demás parámetros que se pueden configurar para una aplicación u otra.

En equipos RFID nos podemos encontrar con sistemas anticolidión que permiten leer varias tarjetas al mismo tiempo. En caso de que varias tarjetas estén en el rango de alcance del interrogador y dos o más quieran transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión. El interrogador detecta la colisión y manda parar la transmisión de las tarjetas durante un tiempo. Después irán respondiendo cada una por separado por medio de un algoritmo bastante complejo. Obviamente a mayor capacidad de la etiqueta y el lector, más efectivos serán estos algoritmos.

El funcionamiento de los dispositivos de RFID se realiza entre los 50 KHz y 2.5 GHz. Las unidades que funcionan a bajas frecuencias (50 KHz-14 MHz) son de bajo coste, corto alcance, y resistentes al “ruido” entre otras características. No se requiere de licencia para operar en este rango de frecuencia. Las unidades que operan a frecuencias más altas (14 MHz-2.5 GHz), son sistemas de mayor coste y tecnología más compleja. *(Simulación de un sistema RFID 2010, Recuperado de: <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmalls.pdf>).*

La carga electromagnética de una antena lectora de RFID es menos de una quinta parte de la que produce un teléfono móvil, lo que significa que cinco antenas activas situadas cerca de una persona generan menos carga que un teléfono móvil; en la práctica, es muy improbable que una persona se sitúe cerca de una o más antenas activas a la vez, por lo que las emisiones electromagnéticas no son perjudiciales para la salud.

La etiqueta contiene información que puede ser sólo leída o puede permitir la escritura, dependiendo del tipo de memoria que posea el transponder. La mayor parte de los sistemas tienen memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). En algunos casos llevan datos grabados de fábrica y en otros se puede grabar por parte del usuario. El usuario habitualmente recibe esta información en un lector portátil con un display alfanumérico o puede pasar directamente a un ordenador que procese los datos obtenidos.

Para la creación de un sistema RFID hay que tener en cuenta diversos factores de diseño como el rango de alcance donde se puede mantener la comunicación, la cantidad de información que puede almacenar el transponder, la velocidad de flujo de datos que podemos obtener entre lector y etiqueta, el tamaño físico de la etiqueta, la habilidad del lector para mantener la comunicación con varias etiquetas a la vez o la robustez que ofrece la comunicación a posibles interferencias de materiales entre lector y etiqueta. Se debe tener en cuenta también el nivel de emisión para no sobrepasar las regulaciones impuestas en cada país, si existe una batería suplementaria para realizar la comunicación entre etiqueta y lector o la frecuencia portadora RF usada en la comunicación entre lector y transponder.

Los sistemas RFID tienen la ventaja de su total funcionamiento sin visibilidad directa entre lector y etiqueta. En este aspecto es donde claramente supera al código de barras y a otros sistemas ópticos. Pero debido a su coste, que aunque ha ido reduciéndose progresivamente siempre será superior al del código de barras, no se ha implementado en aplicaciones sencillas donde el código de barras sigue dominando el mercado. Pero es en las aplicaciones donde el código de barras y la tecnología óptica es más limitada y no resultan efectivos, donde el crecimiento de la tecnología RFID es más notorio. (*Simulación de un sistema RFID 2010, Recuperado de: <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmall.s.pdf>*).

Los sistemas de RFID tienen multitud de aplicaciones. Pueden utilizarse como tarjetas identificadas sin contacto, un uso de este tipo se puede ver por ejemplo en el

sistema de pago utilizado en peajes llamado vía T, que permite que el vehículo no tenga que detenerse o en los accesos a edificios oficiales o a empresas privadas. Otra aplicación muy usada son los inmovilizadores de vehículos, que consisten en un sistema interrogador situado en el vehículo a proteger y en un identificador en la llave.

Se pueden usar para identificar envío de cartas o paquetes en agencias de transporte, identificadores de animales, identificadores de equipajes aéreos, gestión de supermercados, inventario automático, distribución automática, localización de documentos, gestión de bibliotecas, etc. Incluso se está hablando de usar la tecnología RFID para la identificación de personas con libertad vigilada, gente con deficiencias mentales o que se puedan considerar peligrosas para la sociedad. También se están realizando proyectos para incluir chips con el historial médico en personas y en billetes de curso legal para evitar posibles robos y localizar en todo momento el dinero.

Está claro que estas aplicaciones pueden aportar muchas ventajas. Por ejemplo, poder conocer el historial médico de una persona inconsciente al instante con un lector que lleve el equipo médico, puede reducir el tiempo de acción y salvarle la vida. No obstante no son pocas las personas e instituciones que se oponen a estas implementaciones en pro a una violación de la intimidad. El uso de un identificador RFID en los billetes de curso legal, provoca que alguien con un lector capaz de detectar estos transponders puede saber al instante el dinero que lleva encima una persona o en una casa. (*Simulación de un sistema RFID 2010, Recuperado de: <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmalls.pdf>*).

Se intenta aplicar los sistemas en todos los procesos industriales, teniendo eso sí, un mayor peso en procesos logísticos, creándose así el concepto de trazabilidad. De esta forma podemos conocer como usuario, en el punto final de venta o en cualquier otro intermedio, toda la historia anterior del producto, así como todos los procesos de manufacturación por los que ha pasado. Marcas como Codorniu han experimentado

de manera satisfactoria desde el año 2004 el uso de esta tecnología en toda su cadena de fabricación y distribución. Esto resulta, sin duda, un avance para este sector, que ninguna otra tecnología había aportado hasta este momento.

### **6.6.2 Evolución de los sistemas RFID**

Los sistemas de RFID han revolucionado la identificación a distancia a principios del siglo XXI. Pero el estudio de estos sistemas se remonta a mediados del siglo XX. Muy lejos están las primeras suposiciones de la existencia de un campo magnético en el estudio de imanes naturales, por parte de la cultura china en el primer siglo a.C. Fue a principio del siglo XIX cuando se comenzó a entender verdaderamente el concepto de electromagnetismo. Personajes como Maxwell, Hertz, Marconi, etc. Contribuyeron con sus inventos y descubrimientos a ello. Posteriormente a principios del siglo XX la generación y la transmisión de ondas de radio y la aparición del radar, basado en ondas de radio que rebotan sobre un objeto localizándolo, son el fundamento sobre el que se constituyen el concepto de sistemas de identificación por radiofrecuencia ó RFID.

La tecnología RFID ha tenido un pasado confuso. No hay un descubridor destacado, se ha ido desarrollando con la suma de numerosas aportaciones y colaboraciones. Al comienzo uno de los investigadores más destacados, que no el primero, Harry Stockman, dictaminó que las dificultades para la comunicación usando ondas de radio reflejadas en objetos estaban superadas, con todas las aplicaciones que esto podía permitir. No pudo ser hasta treinta años después cuando el trabajo de Stockman fue de nuevo estudiado. Faltaban aún por desarrollar transistores, microprocesadores y eran necesarios adelantos en redes de comunicación, incluso un cambio en la visión de hacer negocio, para que los sistemas RFID fueran factibles.

Fue en la década de los 50 cuando la tecnología de RFID siguió un proceso de desarrollo similar al que experimentaron la radio y el radar en las décadas anteriores. Diferentes sectores de la tecnología RFID se vieron impulsados, entre ellos los sistemas con transponders de largo alcance, especialmente los conocidos como

“identification, 61riendo r foe” (IFF) usado en la industria aeronáutica. Trabajos como los creados por F.L Vernon “Application of microwave homodyne” y por D.B. Harris “Radio transmisión systems with modulatable passive responder” fueron determinantes para que la tecnología RFID dejase de ser una idea y se convirtiese en una solución. (*Simulación de un sistema RFID 2010, Recuperado de: <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmall.s.pdf>*).

La década de los 60 se pueden considerar como el prelude de la explosión que se producirá en la siguiente década. Se realizaron numerosos artículos, y la actividad comercial en este campo comenzó a existir. El primer sistema que fue usado era el EAS (Electronic Article Surveillance) para detectar robos en grandes almacenes. El sistema era sencillo con un único bit de información, para detectar la etiqueta o no, dentro del radio de acción del lector y hacer sonar una alarma acústica en caso de que una etiqueta no desactivada pasase por el alcance del lector. Típicamente son dos lectores ubicados de tal forma que el cliente tenía que pasar entre ellos para salir el establecimiento. A pesar de sus limitaciones, era económico y efectivo. Su uso se comenzó a extender de manera rápida.

En los 70 se produjeron notables avances como los aportados por instituciones como Los Alamos Scientific Laboratory, Northwestern University y el Microwave Institute Foundation sueco. Al principio de esta década se probaron varias aplicaciones para logística y transporte, como las usadas por el puerto de New York y New Jersey, aplicaciones para el rastreo de automóviles. Pero las aplicaciones en el sector logístico todavía no estaban listas para una inserción completa en el mercado. En esta década hubo un gran desarrollo técnico de los sistemas, sobretodo enfocado a aplicaciones de seguimiento de ganado, vehículos y automatización industrial. Basados en microondas en los EEUU y sistemas inductivos en Europa. La creación de nuevas empresas dedicadas a la tecnología RFID aumentaba continuamente, era un signo positivo del potencial que tenían los sistemas RFID.

Llegó la década de los 80, y con ella la implementación de tantos estudios y desarrollos logrados en años anteriores. En EEUU se interesaron por aplicaciones en el transporte, accesos y en menor grado en los animales. En países europeos como Francia, España, Portugal e Italia se centraron más en aplicaciones industriales y sistemas de corto alcance para controlar animales.

En los primeros años de los 90 se inició el uso en EEUU del peaje con control electrónico, autopistas de Houston y Oklahoma incorporaban un sistema que gestionaba el paso de los vehículos por los pasos de control. En Europa también se investigó este campo y se usaron sistemas de microondas e inductivos para controles de accesos y billetes electrónicos. Un nuevo avance en el mundo del automóvil vino con la tecnología RFID de la mano de Texas Instruments (TI), un sistema de control de encendido del automóvil. Apareció también un sistema de Philips que permitía la gestión del encendido, control del combustible, y control de acceso al vehículo entre otras acciones. Aplicaciones para autopistas y billetes electrónicos se fueron extendiendo por Asia, África, Suramérica y Australia. A partir de aquí el éxito de la tecnología RFID en estos campos hizo que se aplicaran a otros segmentos económicos. *(Simulación de un sistema RFID 2010, Recuperado de: <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmall.pdf>).*

Fue en Dallas por primera vez cuando con un solo tag era utilizado para el acceso a una autopista, al campus universitario, a diferentes garajes de la ciudad, incluido el del aeropuerto. El avance de la tecnología durante esta década fue rápido debido a los desarrollos tecnológicos en otros campos que permitían fabricar cada vez equipos más pequeños, con más memoria, con más alcance y abaratando su coste de fabricación apareciendo así nuevos usos hasta esa fecha descartados.

El futuro de RFID parece ser esperanzador, en un mundo basado en el poder de la información y donde cada vez se desecha más el cable, el radio de acción de esta tecnología parece ser bastante grande. El interés por el comercio virtual parece que tiene su principal valedor en estos sistemas en los que basar una correcta gestión de

todo el proceso. Por ese motivo la FCC (Federal Communications Commission) escogió el espectro entorno de los 5,9 GHz para nuevos sistemas inteligentes de transporte y para las nuevas aplicaciones que necesiten. Pero para estas nuevas aplicaciones se necesita un gran desarrollo de la tecnología. El futuro de RFID parece alentador, pero como todas las tecnologías necesita de los otros campos tecnológicos para avanzar.

Podemos resumir el avance que ha experimentado la tecnología RFID por décadas en la Tabla 6.1 :

**Tabla 6.1** Resumen de la Tecnología RFID

<b>Década</b>	<b>Avances Tecnológicos</b>
1940-1950	Se rediseña el radar para uso militar tomando gran relevancia en la IIª Guerra Mundial. RFID aparece en 1948.
1950-1960	Primeras experimentos con RFID en laboratorios.
1960-1970	Desarrollo de la tecnología RFID, primeros ensayos en algunos campos de la tecnología.
1970-1980	Explosión de la tecnología. Se realizan más tests. Primeras aplicaciones.
1980-1990	Aparecen más aplicaciones para la tecnología.

1990-2000	RFID toma relevancia en el mundo cotidiano. Aparecen los estándares.
2000-2010	La mayoría de etiquetas son HF, con una pequeña presencia, en relación de UHF y 2,45GHz; se prevé que en los próximos años las etiquetas sean totalmente UHF.
2010-FUTURO	UHF evolucionará hacia las etiquetas sin chip (“chipless tags”), lo que reducirá enormemente el precio, estimado en un 0,1 céntimos de dólar.

**Elaborado por:** Investigador

### **6.6.3 Elementos de un Sistema RFID**

Un sistema RFID se compone básicamente de dos elementos: un lector (reader) y una etiqueta (transponder).

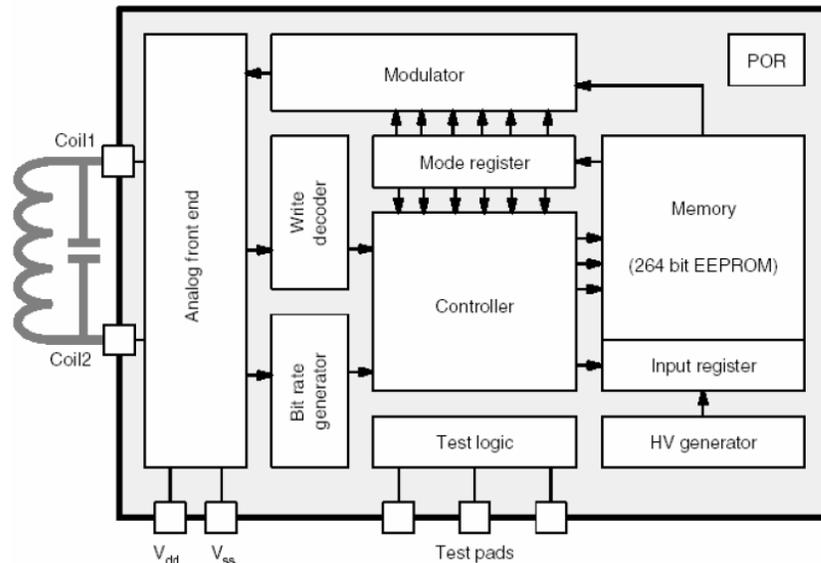
#### **6.6.3.1 Transponder**

La palabra transponder deriva de TRANSmitter/resPONDER, lo cual explica su funcionamiento. Los componentes básicos de un transponder los podemos distinguir en la Figura 6.2 y son:

- Una memoria no volátil donde se almacenan datos.
- Una memoria ROM donde se almacenan instrucciones básicas para el funcionamiento, como son temporizadores, controladores de flujo de datos, etc.
- También puede incorporar memoria RAM para almacenar datos durante la comunicación con el lector.

- La antena por la cual detecta el campo creado por el interrogador, y del que extrae energía para su comunicación con él.

Restos de componentes electrónicos que procesan la señal de la antena y para el proceso de datos, como buffers, filtros, etc. (*Tecnología RFID 2010, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/aplicadaalcontroldeaccesos.pdf>*).



**Figura 6.2** Esquema de un transponder de RFID

**Fuente:** <http://www.domodesk.com/content.aspx?co=97&t=21&c=47>

### ❖ Alimentación

Los transponders necesitan poca alimentación, del orden de los mW. Podemos diferenciar dos tipos de etiquetas dependiendo de la energía que utilizan para la comunicación:

- **Etiquetas activas:** son transponders que necesitan el apoyo de baterías adicionales, ya que no tienen suficiente energía con la que proporciona el lector. Este tipo de etiqueta tiene la ventaja de poseer un alcance mayor de comunicación e incluso no necesitan que el lector sea quién inicie la comunicación. Además permiten habitualmente procesos de lectura y reescritura enviando previamente instrucciones al lector y la utilización de

memorias más grandes (existen etiquetas con 1Mb de memoria). Por el contrario ofrecen una vida útil limitada (menos de diez años), dependiendo del tipo de batería y de las temperaturas a las que opera. También hay que destacar que su coste es bastante elevado, su precio suele ser 5 veces más alto. De esta forma aparecen nuevas aplicaciones para sistema RFID gracias a este tipo de etiquetas alimentadas por baterías.

- **Etiquetas pasivas:** son transponders que no necesitan baterías adicionales, ya que únicamente se alimentan de la energía del campo generado por el lector. Para las etiquetas pasivas, la energía que necesitan para transmitir la información que contienen, proviene en su totalidad de la señal generada por el lector. Estas etiquetas aprovechan la energía suministrada por un lector para generar su propia señal que recibe nuevamente el lector. (*Tecnología RFID* 2010, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/aplicadaalcontroldeaccesos.pdf>).

**Tabla 6.2** Consumo de potencia varios sistemas RFID (Amtel 1996) la mínima es 1.8V y la máxima 10V

	Memoria	Distancia de Lectura y escritura	Consumo de Potencia	Frecuencia	Aplicación
	Bytes	cm	mA	Hz	
ASIC#1	6	15	10	120K	Animales
ASIC#2	32	13	600	120K	chequeo de acceso
ASIC#3	256	2	6	128K	transporte público
ASIC#4	256	0,5	<1	4M	transporte público
ASIC#5	256	<2	<1	4/13,56M	Bienes
ASIC#6	256	100	500	125K	chequeo de acceso
ASIC#7	2048	0,3	<10	4,91M	Tarjetas con chip
ASIC#8	1024	10	1	13,56M	transporte público
ASIC#9	8	100	1	125K	Bienes
ASIC#10	128	100	1	125K	chequeo de acceso

**Elaborado por:** Investigador

### ❖ Frecuencia y velocidad de transmisión

Las etiquetas también las podemos clasificar según el rango de frecuencias en el que opera, es decir, en que frecuencias se comunicará con el lector:

- LF (Low Frequency) en el rango de 120 KHz-134 KHz.
- HF (High Frequency) en el rango de 13.56 MHz.
- UHF (Ultra High Frequency) en el rango de 868-956 MHz.
- Microondas (Microwave) en el rango de 2,45 GHz, conocida como banda ISM (Industrial Scientific and Medical).

Una mayor frecuencia suele significar una mayor velocidad en la transmisión de datos, aunque también encarece el precio del sistema. Elegir el rango de frecuencia es uno de los parámetros de diseño más importante a la hora de crear un sistema RFID, y se deberá adecuar a la aplicación diseñada. (*Tecnología RFID 2010, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/aplicadaalcontroldeaccesos.pdf>*).

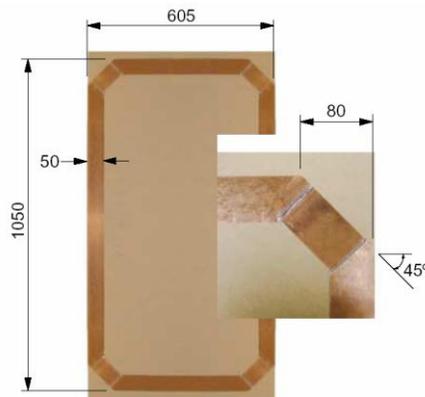
### ❖ Opciones de programación

Dependiendo del tipo de memoria de la que disponga el transponder. Puede permitir la sólo la lectura, programable una sola vez y de múltiples lecturas, o de lectura escritura. Los tags que sólo permiten lecturas suelen venir programados en su fabricación, generalmente con número de identificación. Ambos tipos pueden ser programados por el usuario.

### ❖ Forma y dimensiones

Los transponders tienen diversas formas y tamaños, todo dependiendo de la aplicación a la cual están destinados. Actualmente se están fabricando de tamaño muy reducido, incluso la firma Hitachi, anunció que tenían la tecnología suficiente para incorporar a los billetes de curso legal un transponder que pasaría totalmente desapercibido. Claro está que para otras aplicaciones industriales donde no se busca que pase desapercibido se están usando etiquetas de un tamaño de 120x100x50 mm,

como por ejemplo palees o contenedores. Los transponders que se utilizan para el control y localización de ganado tienen un tamaño inferior a 10 mm, como se indica en la Figura 6.3. Fabricantes diversos también afirmaron que se podría incluir en productos unos transponders que no podrían ser localizados fácilmente por el comprador, noticia que causó mucha polémica por la clara oposición realizada por las asociaciones de consumidores.



**Figura 6.3** Detalle de un tag típico de aplicaciones lógicas con las unidades expresadas en mm

**Fuente:**

<http://www.bolivar.udo.edu.ve/microinternet/articulos/Reloj%20de%20Tiempo.pdf>

#### ❖ Coste

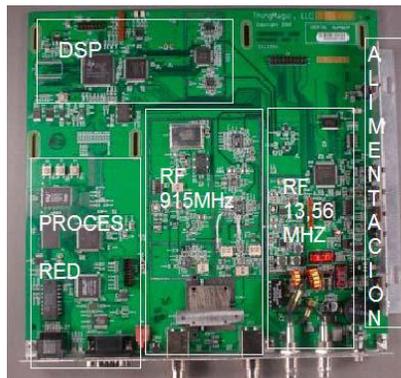
El coste de los transponder ha ido disminuyendo conforme avanzaba la tecnología. Está claro que cuanto mayor capacidad de memoria y más complicación tenga su circuitería, mayor será su coste. Hay que tener en cuenta también que el encapsulado del transponder puede encarecer el precio de éste, ya que pueden trabajar en zonas como minas, metalúrgicas, donde reciben unas condiciones extremas de humedad y de temperatura. Por tanto deben ser unos encapsulados muy resistentes, lo que suele conllevar un alto precio.

Los tags activos suelen ser más caros que los pasivos, así como los transponders que operan a una frecuencia más elevada son también más caros. (*Tecnología RFID 2010, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/aplicadaalcontroldeaccesos.pdf>*).

### 6.6.3.2 Lectores

El otro elemento principal de un sistema RFID es el lector o interrogador. Los lectores (readers) son los encargados de enviar una señal de RF para detectar las posibles etiquetas en un determinado rango de acción. En su fabricación se suelen separar en dos tipos:

- Sistemas con bobina simple, la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y más baratos, pero tienen menos alcance.
- Sistemas interrogadores con dos bobinas, una para transmitir energía y otra para transmitir datos. Son más caros, pero consiguen mayores prestaciones.



**Figura 6.4** Diseño interno de un lector que puede trabajar con dos frecuencias

**Fuente:**

<http://www.bolivar.udo.edu.ve/microinternet/articulos/Reloj%20de%20Tiempo.pdf>

Los lectores son más complejos, como se observa en la Figura 6.4 dependiendo del transponder, si son sofisticados, los componentes del interrogador tienen que ser capaces de acondicionar la señal, detectar y corregir errores. Además pueden trabajar a más de una frecuencia.

Una vez que se ha recibido toda la información por parte del lector, se pueden emplear algoritmos para no confundir la transmisión actual con una nueva, indicándole al tag que deje de transmitir. Se suele usar para validar diversos tags en un espacio corto de tiempo. Otro algoritmo usado por el lector, es ir llamando a los transponders por su número de identificación, indicándole de esta forma el tiempo en

el que deben transmitir. Son mecanismos para impedir la colisión de información.  
(Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de:  
[http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )

En las Figuras 6.5 y 6.6 podemos observar dos tipos de lectores de RFID:



**Figura 6.5** Lector de mano de corto alcance que trabaja a la frecuencia de 900MHz  
**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdctransfers.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdctransfers.php)

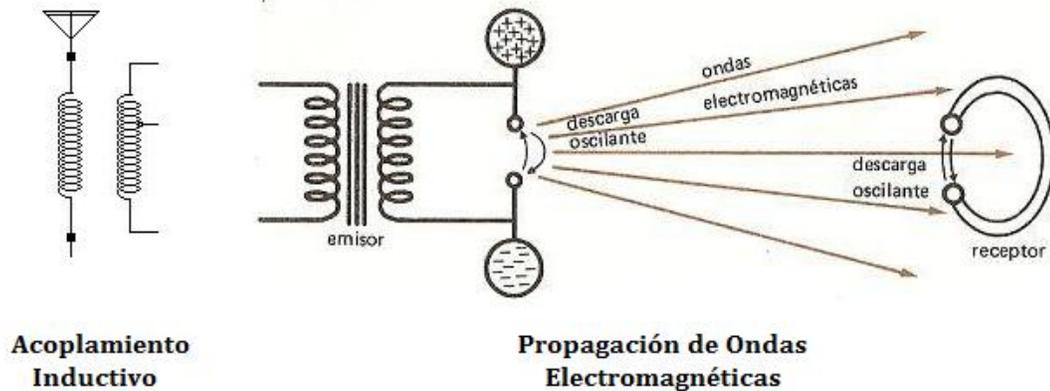


**Figura 6.6** Lector del fabricante SAMSys UHF de largo alcance.  
**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdctransfers.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdctransfers.php)

#### **6.6.4 Principios básicos de funcionamiento de un sistema RFID**

Un sistema de comunicación RFID se basa en la comunicación bidireccional entre un lector (interrogador) y una etiqueta (transponder), por medio de ondas de radiofrecuencia.

El sistema de transmisión de información varía según la frecuencia en la que trabaja. Así se puede clasificar un sistema de RFID en sistemas basados en el acoplamiento electromagnético o inductivo como se indica en la Figura 6.7, y basados en la propagación de ondas electromagnéticas. Podemos apreciar esta diferenciación en la Figura



**Figura 6.7** Métodos de propagación de la información en la tecnología RFID  
**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdctransfers.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdctransfers.php)

Hay que tener en cuenta que la comunicación se puede realizar en zonas industriales con metales, lo que unido a las características de ruido, interferencia y distorsión de estas comunicaciones vía radio complica la correcta recepción de bits. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

Además de que esta comunicación es del tipo asíncrona, lo que repercute en una mayor atención en parámetros como la forma en que se comunican los datos, la organización de flujo de bits. Todo esto conlleva el estudio de la denominada codificación de canal, con el fin de mejorar la recepción de información.

Como en toda comunicación vía radio se necesita entre los dos componentes de la comunicación un campo sinusoidal variable u onda portadora. La comunicación se consigue aplicando una variación a ese campo, ya sea en amplitud, fase o frecuencia, en función de los datos a transmitir. Este proceso se conoce como modulación. En

RFID suelen ser aplicadas las modulaciones ASK (Amplitude shift keying), FSK (Frequency shift keying) y PSK (Phase shift keying).

Los diferentes métodos de propagación de la información son usados en diferentes frecuencias. De este modo el acoplamiento inductivo funciona a frecuencias más bajas y el sistema de propagación de ondas a frecuencias más elevadas. Existe también otro tipo de propagación usado en distancias menores a 1cm, que puede trabajar teóricamente en frecuencias bajas hasta 30MHz, son los sistemas “close coupling”. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

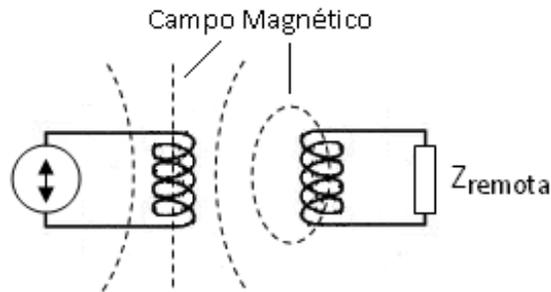
Estos sistemas usan a la vez campos eléctricos y magnéticos para la comunicación. La comunicación entre el lector y el transponder no ocasiona un gasto excesivo de energía, por lo que en estos sistemas se pueden usar microchips que tengan un consumo de energía elevado.

Son sistemas usados generalmente en aplicaciones con un rango de alcance mínimo pero con estrictas medidas de seguridad. Se usa en aplicaciones como cerraduras de puertas electrónicas o sistemas de contactless Smart card. Estos sistemas tienen cada vez menos importancia en el mercado de la tecnología RFID.

Por otro lado existen los sistemas de “remote coupling” basados en el acoplamiento inductivo (magnético) entre el lector y el transponder. Por eso, estos sistemas también son conocidos como “inductive radio systems”. Los sistemas basados con acoplamiento capacitivo (eléctrico) no son casi usados por la industria; en cambio los inductivos se puede decir que abarcan el 80% de los sistemas de RFID.

Este sistema de comunicación entre el lector y el transponder trabaja en el rango de frecuencia comprendido entre los 135 KHz y los 13,56 MHz. Aunque en algunas aplicaciones pueda trabajar a una frecuencia ligeramente más elevada. Su rango de alcance suele comprenderse alrededor de 1 m. Estos sistemas siempre usan transponders pasivos.

### 6.6.4.1 Acoplamiento Inductivo



**Figura 6.8** Esquema del acoplamiento inductivo entre lector y transponder.

**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdctransfers.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdctransfers.php)

El acoplamiento inductivo se basa en el mismo funcionamiento de los transformadores. En la Figura 6.8 podemos observar un esquema del acoplamiento inductivo. En estas frecuencias el campo creado por la antena del interrogador es la energía que aprovecha el transponder para su comunicación. Este campo está cerca de la antena del interrogador, lo que permite alcanzar unas distancias cercanas al diámetro de la antena. A distancias mayores la potencia necesaria es muy elevada. La bobina del lector genera un fuerte campo electromagnético, que penetra en la sección de la antena del transponder y en su zona cercana.

Las antenas de estos sistemas son bobinas, tanto del lector como del transponder, de gran tamaño, debido a la circunstancia de que la longitud de onda ( $\lambda$ ) (como inverso de la frecuencia) es elevada. Estamos hablando de 2400m para frecuencias menores de 135KHz, y de 22,4m a una frecuencia de 13,56 MHz. Como esta longitud de onda es sensiblemente mayor que la distancia entre el lector y el transponder, el campo electromagnético puede ser tratado como un simple campo magnético alternante con respecto a la distancia entre transponder e interrogador. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnologia\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnologia_rfid.pdf)*)

Una parte pequeña del campo emitido penetra en la bobina del transponder. Se genera una tensión en la antena (bobina) por inducción. Este voltaje es rectificado y sirve como alimentación para el microchip del transponder encargado de almacenar la información. Como podemos observar en la Figura 6.8, un condensador es conectado en paralelo con la antena del lector, el valor de este condensador es seleccionado según la inductancia de la antena que forma un circuito paralelo de resonancia con una frecuencia de resonancia que tiene que coincidir con la frecuencia de transmisión del lector. En la antena del lector se generan grandes corrientes debido a la resonancia del circuito paralelo, lo que permite crear campos intensos necesarios para la comunicación entre lector y transponder.

La antena (bobina) del transponder y el capacitador en paralelo forman el circuito resonante a la misma frecuencia que emite el lector. El voltaje generado en el transponder es máximo debido a la resonancia producida por el circuito del transponder.

La eficiencia de la energía transmitida entre las antenas del lector y del transponder es proporcional a la frecuencia de operación, la relación entre el número de espiras que tienen las bobinas (en los transformadores conocido por el factor  $n$ ), el área encapsulada por la antena del transponder, el ángulo que forman las bobinas una en relación a la otra y la distancia entre las dos bobinas. Cuando la frecuencia se incrementa, la inductancia requerida en el transponder y el número de espiras decrece.

Como ejemplo, podemos decir que a una frecuencia de 135 KHz, el valor del factor  $n$  oscila entre 100 y 1000, y para una frecuencia de 13,56 MHz el valor del factor  $n=3-10$ . (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf)*)

Esto es debido a que el voltaje inducido en el transponder es todavía proporcional a la frecuencia de resonancia, en cambio el número de espiras de la bobina apenas afecta a la eficiencia de la energía transmitida a altas frecuencias.

### ❖ **Transferencia de datos entre transponder y lector**

En este apartado para trabajar con sistemas de acoplamiento inductivo se suelen usar tres tipos:

- Load modulation
- Load modulation con subportadora
- Subarmónicos

### ❖ **Load modulation**

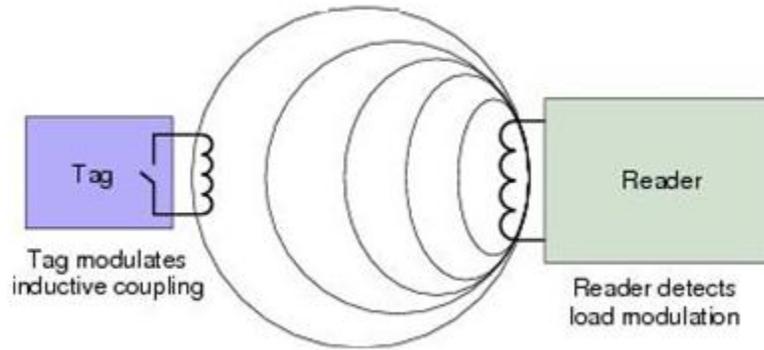
Se fundamenta en el funcionamiento de un transformador, siendo la bobina primaria la del lector y la secundaria la del transponder. Esto es cierto si la distancia entre las bobinas no es mayor de  $0,16\lambda$ , por lo que el transponder y el lector deben estar próximos. Si un transponder en resonancia se encuentra dentro del campo magnético de un lector, coge energía de ese campo magnético.

El resultado del “feedback” del transponder en la antena del lector puede ser representado como una impedancia. Conectando y desconectando la resistencia de carga presente en la antena del transponder se consigue variar el valor de  $T Z$ , con lo que el voltaje que existe en la antena del lector también varía. Esto tiene un efecto en la modulación de amplitud del voltaje del lector por culpa del transponder remoto. El tiempo en el que se desconecta y se conecta la resistencia de carga es controlado por los datos, es lo que se usa para enviar los datos del transponder al lector. *s/a (2007, Julio 9. Sistema de Comunicación 2013, Mayo, 15).*

### ❖ **Load modulation con subportadora**

Debido al acoplamiento débil que se realiza entre lector y transponder, las fluctuaciones que se producen en la tensión en la antena del lector (la información) es varios órdenes de magnitud inferior a la tensión de salida del propio lector. En la

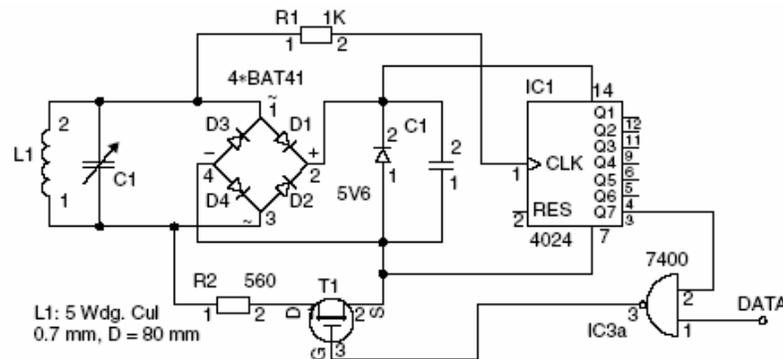
práctica para un sistema de 13,56 MHz, se entrega a la antena un voltaje de 100V en resonancia, la señal recibida del transponder es del orden de 10mV, como se observa en la Figura 6.9.



**Figura 6.9** Generación de load modulation conectando y desconectando la resistencia del drain-source del FET del chip.

**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdctransfers.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdctransfers.php)

Detectar esta fluctuación requiere una circuitería complicada, como solución se usan las bandas contiguas a la modulación creada. Para ello se incorpora una nueva resistencia de carga en el transponder que se conecta y desconecta a una frecuencia elevada  $f_s$ , entonces dos líneas espectrales son creadas a una distancia  $f_s$  de la frecuencia de resonancia entre lector y transponder. Uno de los métodos posibles es utilizar un transistor FET e el transponder, como vemos en la Figura



**Figura 6.10** Ejemplo más detallado de un generador de modulación de carga con subportadora en sistema de acoplamiento inductivo.

**Fuente:** <http://observatorio.inteco.com>

En esas frecuencias conocidas como subportadoras, es más fácil detectar las variaciones de tensión. La información se puede modular en ASK, FSK o PSK con el flujo de datos. Se indica en la Figura 6.10. Esto significa una modulación de amplitud en la subportadora. Por último solo se requiere un filtro de paso banda para aislar una de las dos subportadoras.

Debido a la amplia banda de guarda que requieren estos filtros, este procedimiento sólo es usado en la banda ISM en las frecuencias 6,78 MHz, 13,56 MHz y 27,125 MHz. *s/a (2007, Julio 9. Sistema de Comunicación 2013, Mayo, 15).*

### **6.6.5 Rangos de Frecuencia**

El hecho de que los sistemas de RFID generen y radien ondas electromagnéticas implica que éstos sean clasificados como sistemas de radio. El funcionamiento de otros sistemas de radio no debe verse interrumpido o perjudicado, bajo ninguna circunstancia, por las ondas emitidas por un sistema de identificación por radiofrecuencia. Es particularmente importante asegurarse de que los sistemas RFID no interfieren con la televisión y la radio, los servicios de radio móviles (policía, seguridad, industria), las comunicaciones marinas y aeronáuticas y los teléfonos móviles.

La necesidad de acomodar otros servicios de radio disminuye significativamente la variedad de frecuencias disponibles en las que podemos trabajar a la hora de implementar un sistema de RFID. Por este motivo, normalmente sólo es posible usar rangos de frecuencia como se indica en la Tabla 6.3 que han sido reservados específicamente para aplicaciones industriales, científicas o médicas. Estas son las frecuencias clasificadas mundialmente como rangos ISM (Industrial-Scientific-Medical) o SRD y pueden también ser usadas para aplicaciones de identificación por radiofrecuencia. En la siguiente tabla vemos algunos rangos de frecuencia usados en sistemas de RFID y sus principales características:

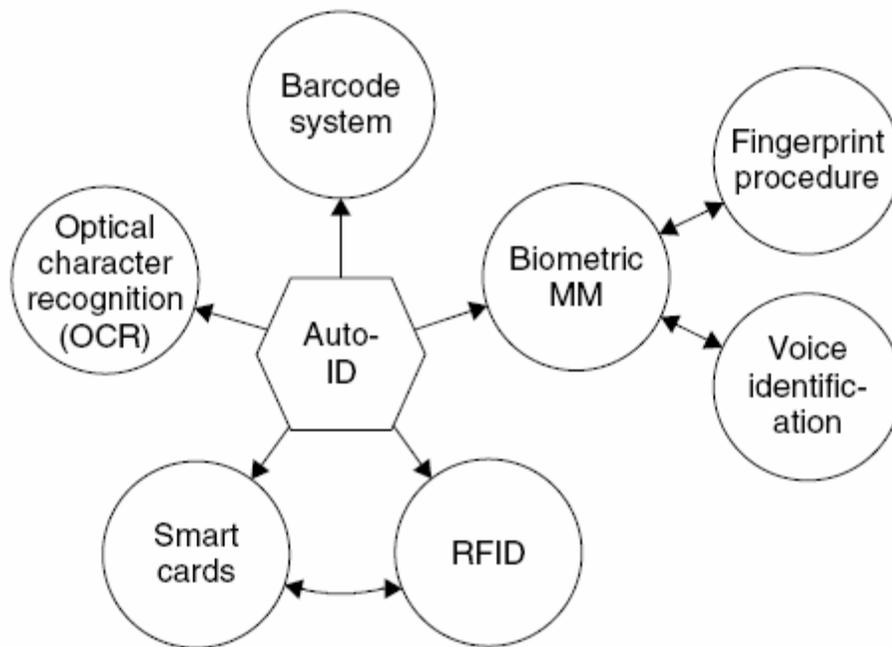
**Tabla 6.3** Rango de Frecuencias RFID

<b>Rango de Frecuencias</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Intensidad de campo / Potencia de Tx</b>
<135Kz	Baja potencia. Acoplamiento Inductivo	72dBuA/m
6,765.....6,795MHz	Media frecuencia	42dBuA/m
7,400.....8,800MHz	Media frecuencia, usada para EAS	9dBuA/m
13,553.....13,567MHz	Media frecuencia, acoplamiento inductivo y control de artículos	42dBuA/m
26,957.....27,283MHz	Media frecuencia, acoplamiento inductivo y sólo aplicaciones especiales	42dBuA/m
433MHz	UHF, acoplamiento por backscatter	10....100mW
868.....870MHz	UHF, acoplamiento por backscatter, nueva frecuencia, sistemas bajo desarrollo	500mW
902.....928MHz	UHF, acoplamiento por backscatter, varios sistemas	4W
2,400....2,483MHz	SHF, acoplamiento por backscatter, varios sistemas	4W
5,725....5,875GHz	SHF, acoplamiento por backscatter.	4W

**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdrfid.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdrfid.php)

### **6.6.6 Diferentes Sistemas de Identificación**

Existen diversos sistemas de identificación automática. Dentro de esta familia se encuentran sistemas como el código de barras, tarjetas inteligentes, RFID o en otro ámbito los sistemas reconocedores de voz o de huellas dactilares. Se puede observar el esquema de los diferentes sistemas en la Figura 6.11



**Figura 6.11** Esquemas de los sistemas más importantes de auto-identificación  
**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdcrfid.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdcrfid.php)

### ❖ Códigos de barras

Es el sistema de identificación más utilizado. El código de barras es un código binario comprendido por una serie de barras y espacios configurados paralelamente. El diseño de estos campos representa unos datos relacionados con un elemento. La secuencia puede ser interpretada de forma numérica o alfanumérica. Esta secuencia es leída por un scanner óptico láser, que se basa en la diferente reflexión que sufre la luz del láser en las barras negras o en los espacios en blanco. Podemos ver un clásico código de barras en la Figura 6.12 (*Sistema de Comunicación 2007*, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/modelo-de-un-sistema-de-comunicaciones.php>).



**Figura 6.12** Código de barras con el ISBN de un producto.  
**Fuente:** [http://picmania.garcia-cuervo.net/usb\\_3\\_cdcrid.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/usb_3_cdcrid.php)

El más popular de todos estos sistemas de código de barras es el código EAN (European Article Number), el cual se diseñó especialmente para el sector de la alimentación. Este código es una evolución del UPC (Universal Product Code) estadounidense, el cual fue introducido en EEUU antes de 1973. Actualmente los dos códigos son totalmente compatibles. El código EAN está formado por 13 dígitos: el identificador del país, el identificador de la empresa, el número de manufactura y el denominado “check digit”. Aparte del EAN, existen diversos sistemas de código de barras en otros campos industriales como el código Codabar, en el sector médico, el código 2/5 utilizado en la industria del automóvil, contenedores de barcos, industria pesada en general o el código 39, usado en procesos industriales, logísticos o librerías. *(Sistema de Comunicación 2007, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/modelo-de-un-sistema-de-comunicaciones.php>).*

Podemos ver la estructura de un código de barras con código EAN en la Figura 6.13

Country Identifier		Company Identifier					Manufacture's item numer					CD
4	0	1	2	3	4	5	0	8	1	5	0	9
FRG		Company Name					Chocolate Rabbit 100g					

**Figura 6.13** Ejemplo de una estructura del código de barras en código EAN  
**Elaborado por:** Investigador

Existe también otro tipo de sistema óptico denominado OCR (Optical Character Recognition) que fue usado por primera vez en la década de los 60. Estos sistemas tienen como ventaja la gran densidad de información. Actualmente se usan en producción, campos de servicios y administrativos, y en algunos bancos para el registro de cheques. Los inconvenientes de estos sistemas residen en su alto precio, y la complejidad de los lectores en comparación con otros sistemas de identificación.

Actualmente se rebate la posibilidad de los sistemas RFID como sustitutos de los códigos de barras, por ello se puede realizar una comparación entre estas dos tecnologías:

El código de barras se inventó hace más de 25 años y, durante este tiempo, ha sido la tecnología más utilizada por los comercios para identificar los productos en venta. Sin embargo, el código de barras tiene una serie de limitaciones:

- Necesita visibilidad para funcionar. Es decir, el código de barras debe ser visible ante el lector para que el producto pueda ser identificado (es lo que en inglés se denomina line of sight).
- El código de barras tradicionalmente identifica un tipo de producto, no una unidad de dicho producto. El código de barras X puede identificar botellas de agua, pero no puede identificar una botella en concreto. Esta no es una limitación inherente de la tecnología, pero normalmente los sistemas de código de barras no se utilizan como identificadores únicos.
- Un código de barras se daña o se rompe fácilmente, porque normalmente se adhiere a la superficie del producto y no forma parte de él (como sí puede formar parte un tag), y si se rompe no puede ser leído. (*Sistema de Comunicación 2007, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/modelo-de-un-sistema-de-comunicaciones.php>*).

La tecnología RFID supera estas limitaciones. Se trata de una tecnología radial (es decir, no es necesario que el tag y el lector estén cara a cara, pues funcionan en un

radio de acción determinado), puede identificar productos en concreto y no sólo tipo de productos y, finalmente, los dispositivos son muy resistentes y normalmente forman parte del producto o se colocan debajo de una superficie protectora.

También cabe mencionar que por muy reducido que sean los costes de fabricación de un tag pasivo y todo el sistema, nunca será inferior al precio de un sistema de código de barras, pero en un plazo más largo puede resultar más económica la instalación de un sistema RFID que un sistema óptico dado las ventajas que aportan al comprador. *(Sistema de Comunicación 2007, Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/modelo-de-un-sistema-de-comunicaciones.php>).*

#### ❖ **Procedimientos biométricos**

Son sistemas que identifican personas por comparación de unas características individuales y comparándola con una característica física que es individual y que no admite equivocación. Podemos hablar de sistemas identificadores por huella dactilar, identificación por voz y en menor número identificador por retina.

#### ❖ **Tarjetas inteligentes (Smart Cards)**

Una smart card, es un sistema de almacenamiento electrónico de datos, con una adicional capacidad para procesar dichos datos (microprocessor card). Por conveniencia está instalado dentro de una tarjeta de plástico del tamaño de una tarjeta de crédito. Las primeras smart cards se lanzaron en 1984 como tarjetas telefónicas. El contacto con el lector proporciona la alimentación y un pulso de reloj. La transferencia de datos entre el lector y la tarjeta suele usar una interfaz serie bidireccional (puerto E/S). Una de las principales ventajas de las tarjetas inteligentes es la facilidad de almacenaje de información, así como la protección que posee de posibles accesos indeseados. Son seguras y baratas.

Su desventaja es la vulnerabilidad a contactos con ropa, corrosión y suciedad. Los lectores que son usados frecuentemente son muy caros de mantener debido a su mal

funcionamiento. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf)* )

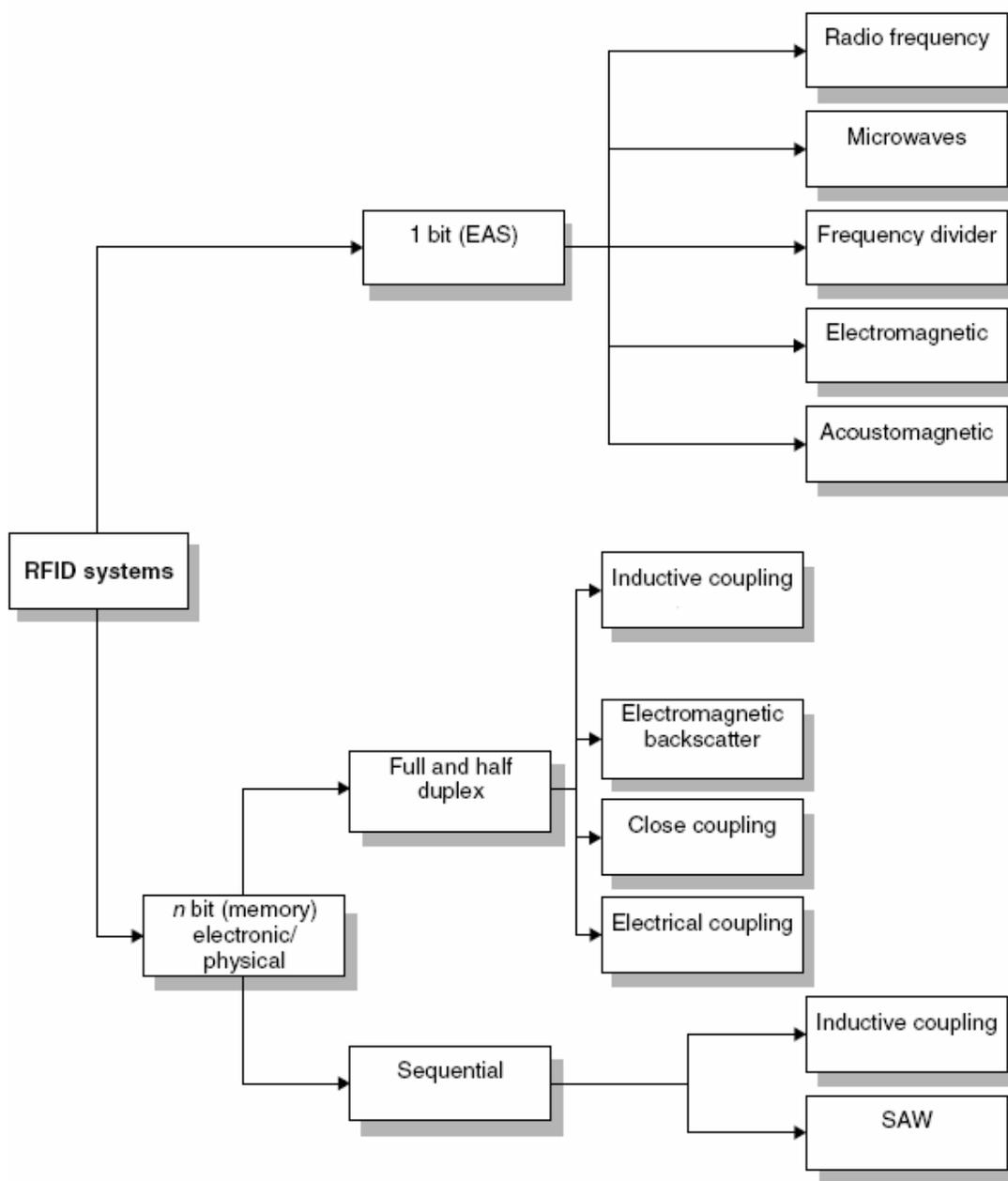
Es posible diferenciar dos tipos de smart card según su funcionamiento interno: “memory card” y “microprocessor card”. En las memory card, usualmente una EEPROM se accede usando una secuencia lógica, máquina de estados. Tiene unos sencillos algoritmos de seguridad y una funcionalidad específica para cada aplicación.

Estas tarjetas son muy limitadas en lo que a funcionalidad se refiere, pero lo suplen con un coste mínimo. Las tarjetas con microprocesadores, tienen éstos conectados a segmentos de memoria (ROM, RAM y EEPROM). Los que tienen ROM incorporan un sistema operativo para el microprocesador insertado durante su fabricación. No puede ser modificado posteriormente. La RAM, zona donde el microprocesador trabaja con la memoria temporalmente, los datos almacenados son borrados cuando se desconecta la alimentación. La EEPROM contiene datos de la aplicación y de los programas que gestionan la aplicación. Se modifican mientras se opera con ella. Son tarjetas muy flexibles, que pueden realizar más de una aplicación.

#### **6.6.7 Clasificación de los Sistemas RFID**

Los sistemas RFID se pueden clasificar siguiendo varios criterios, como pueden ser la frecuencia a la que trabajan los sistemas (LF, HF, UHF o microondas), como se muestra en la Figura 6.14 la alimentación de los transponders (activos o pasivos) o según el principio de funcionamiento en el que se basan (acoplamiento inductivo, backscatter o microwave).

Como ya se ha hecho hincapié en estas diferencias, es conveniente centrarse en otras características que diferencian entre sí los sistemas de RFID. Estas clasificaciones tienen por criterio diferencial el sistema de memoria que incorpora el transponder, el rango de información y la capacidad de procesamiento que tiene el transponder o el procedimiento de comunicación que se realiza entre transponder y lector.



**Figura 6.14** Esquema de los diferentes principios de operación de los sistemas RFID.  
Fuente: <http://picmania.garcia-cuervo.net/kl.php>

### 6.6.8 Aplicaciones de los Sistemas RFID

La tecnología RFID se ha ido haciendo un hueco en el mercado, con un progreso espectacular en los últimos años. Muchos son los sectores que se han visto

beneficiados con la incursión de nuevos sistemas de identificación basados en la tecnología RFID, como los transportes, las tarjetas inteligentes, expedición de tickets, control de acceso, identificación de animales, identificación de contenedores, medicina o la industria del automóvil. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

#### ❖ **Control de accesos**

Las aplicaciones en este campo han sido uno de los puntos fuertes de los sistemas RFID. No son unos sistemas nuevos, ya que llevan varios años usándose en empresas o recintos, para controlar el acceso a sus instalaciones. También se suelen usar para el acceso a parkings. Estas tarjetas son cada vez más funcionales, pudiendo permitir no sólo el acceso a distintas zonas, sino también a máquinas expendedoras o para pagos pequeños, por ejemplo en una cafetería de la empresa.

#### ❖ **Identificación de equipajes en el transporte aéreo**

Es un claro ejemplo de una aplicación que puede reducir costes y tiempo a las compañías aéreas y a los aeropuertos. Se puede sustituir personal si el equipaje es direccionado mediante sensores, por toda la cadena, que detectan el transponder con la información del avión en el cual tiene que ser cargado. Aparte de esta ventaja, también es más cómodo a la hora de identificación del equipaje sobre posibles pérdidas. Además no supone un gasto excesivo para la rentabilidad que el sistema puede ofrecer. No ocurre ningún problema al ponerlo sobre las etiquetas ya usadas en los aeropuertos ni importa que los equipajes estén orientados de cualquier forma o apilados de cualquier manera. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

Un sistema RFID es mucho más eficaz en esta aplicación que los usados códigos de barras. Las principales ventajas por las que las compañías del sector están incorporando estos sistemas son:

- La posibilidad de convivir con los sistemas de códigos de barras ya existentes y sus scanners. Así como encajar perfectamente en los sistemas de control de aeropuertos y sus sistemas de seguridad especialmente.
- Incorporar más información en el dispositivo sin aumentar el tamaño.
- La información va incorporada en la propia etiqueta, por lo que se ahorra la comunicación continua con una base de datos.

#### ❖ **Industria del automóvil**

A principios de los 90 aparecieron sistemas RFID con transponders de sólo lectura destinados a la inmovilización de automóviles como un adelanto importante en la seguridad de los vehículos ante posibles robos. Los transponders de estos sistemas eran muy pequeños (cabían en la llave), no necesitaban baterías y eran de solo lectura.

Cada uno de estos transponders disponía de un único y fijo código de seguridad. Su funcionamiento era sencillo, cuando el propietario giraba la llave producía unas señales electromagnéticas que eran las que verificaban la llave y permitían el arranque del motor. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

#### **6.6.9 Estándares ISO RFID**

Los estándares para RFID son un tema con una complicación añadida, ya que muchas de las aplicaciones están relacionadas con pago electrónico o documentación personal. Los estándares RFID tratan los siguientes temas:

- Protocolo de interfaz aire: la forma en la que las etiquetas y los lectores se pueden comunicar.
- Contenido de los datos: organización de los datos que se intercambian.
- Conformidad: pruebas que los productos deben cumplir para reunir los requisitos del estándar.

Aplicaciones: cómo se pueden utilizar las aplicaciones con RFID. La International Organization for Standardization (ISO) es una organización internacional no gubernamental integrada por una red de institutos nacionales en 160 países, cuya aportación es igualitaria (un miembro por país). Su función principal es buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

Las normas Iso relativas a la RFID son:

- ISO/IEC 11784-11785, ISO 10536, ISO 18000: sobre privacidad y seguridad a los datos.
- ISO 14223/1: identificación por radiofrecuencia de animales, transpondedores avanzados e interfaz radio.
- ISO 14443: orientadas a los sistemas de pago electrónico y documentación personal. Es muy popular el estándar HF, que es el que se está utilizando como base para el desarrollo de pasaportes que incorporan RFID.
- ISO 15693: estándar HF, también muy extendido, se utiliza en tarjetas sin contacto de crédito y débito.
- ISO 18000-7: estándar industrial para UHF (para todos los productos basados en RFID activa) es promovido por el Departamento de Defensa de EEUU, la OTAN y otros usuarios comerciales de RFID activa.
- ISO 18185: estándar industrial para el seguimiento de contenedores, a frecuencias de 433 MHz y 2,4 GHz.
- ISO/IEC 15961: se encarga del protocolo de datos e interfaz de aplicación.
- ISO/IEC 15962: sobre el protocolo de codificación de datos y funcionalidades de la memoria de la etiqueta RFID.
- ISO/IEC 15963: sobre el sistema de trazado y monitorización que afecta a la etiqueta RFID.

- ISO 19762-3: establece los términos y definiciones únicas de identificación por radiofrecuencia (RFID) en el campo de la identificación automática y captura de datos técnicos.
- ISO 23389: estándar para los contenedores (normas de lectura/escritura).
- ISO 24710: técnicas AIDC para gestión de objetos con interfaz ISO 18000.

Si bien las especificaciones y la terminología se actualizan continuamente, los estándares de RFID creados por la ISO establecen todos los requisitos reguladores a nivel mundial. Por otro lado, los gobiernos de cada país regulan las frecuencias permitidas, las emisiones y otras características de funcionamiento.

La falta de estandarización es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de la implantación definitiva de RFID. Gracias a ISO y a la EPC Global la estandarización es un hecho. Sin embargo, el verdadero problema es que los estándares actuales no son interoperables al cien por cien ni entre sí, ni con otras tecnologías. (*Principios de la Tecnología RFID 2009, Recuperado de: [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf) )*

#### **6.6.10 Criterios Técnicos para el diseño del sistema de comunicación inalámbrico basado en tecnología WIFI.**

Los criterios técnicos a considerarse en el diseño del sistema de comunicación inalámbrico basado en el estándar IEEE 802.11n son los siguientes:

##### **1. Selección de puntos de Enlace**

En este punto se debe tomar los datos de localización de los diferentes puntos a enlazar (latitud y longitud), para lo cual nos podemos ayudar con la utilización de dispositivos de localización como por ejemplo un GPS, o en su defecto cartas topográficas o software que nos ayude en la obtención de los datos de dichos puntos. (*ROLDÁN, 1999: 78-90*)

## 2. Datos a utilizarse en el Enlace

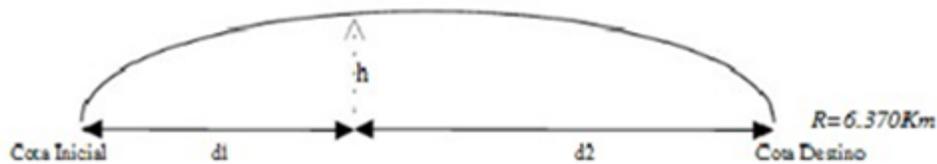
Entre los datos que debemos tener en cuenta para la realización de un correcto enlace tenemos:

- Altura de la edificación transmisora.
- Altura de la edificación receptora.
- Distancia entre las dos puntos a enlazar (Transmisión-Recepción)

## 3. Perfil del Terreno

Se realiza la prospección del terreno tomando las "cotas" del mapa topográfico entre las antenas.

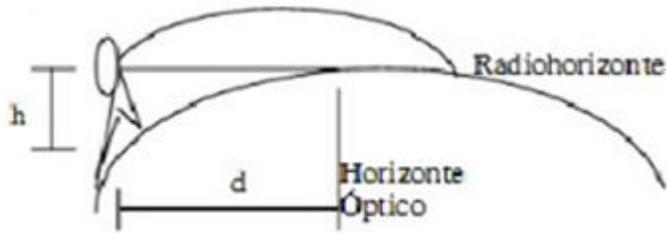
Se deberá tener en cuenta que las cotas están referidas a nivel cero, por lo tanto se deberá adicionar a estos valores la curvatura de la tierra. Ver figura 6.15



**Figura 6.15** Perfil del terreno

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Como la Onda no viaja en línea recta, sino que se difracta en la atmósfera debido a variaciones de temperatura, presión, humedad, etc. La distancia efectiva del enlace no siempre es el horizonte óptico, sino el radio horizonte. (ROLDÁN, 1999: 78-90) Ver figura 6.16

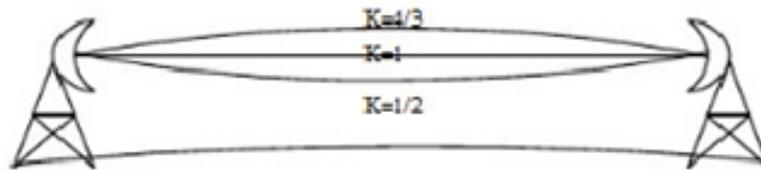


**Figura 6.16** Distancia efectiva

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Para evitar graficar el haz curvo, con el trabajo que esto implica para poder observar las obstrucciones que se pudieran presentar, se realiza una "corrección" en el gráfico de la curvatura terrestre. Obteniéndose un gráfico de la curvatura terrestre "ficticio" que normalmente recibe el nombre de tierra corregida y trabajaremos con el haz propagándose de forma rectilínea. Para este último gráfico se le introduce un factor  $K$  a la ecuación de curvatura terrestre. (ROLDÁN, 1999: 78-90) Figura 6.17

**$K = \text{Radio Efectivo de la Tierra} / \text{Radio Real de la Tierra}$**



**Figura 6.17** Perfil Corregido

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Si  $K > 1$ , El haz se desvía hacia la tierra y el radio horizonte es mayor que el horizonte óptico.

Si  $K < 1$ , El radio horizonte es menor que el horizonte óptico.

Si  $K = 1$ , Coinciden el radio horizonte y el horizonte óptico

Se deberá elegir el valor apropiado de  $K$ , se puede tomar con bastante aproximación para la mayor parte del día  $K = 4/3$  que es para una atmósfera normal en zonas

mediterráneas (En zonas elevadas y secas  $K=1.2$  y en zonas costeras húmedas  $K$  puede llegar a valer 2 y hasta 3).

La fórmula es la siguiente.

$$h = \frac{d_1 d_2}{2KR}$$

Ecuación 6.1

Dónde:

$h$ : Altura corregida

$d_1$ : Distancia entre la cota inicial y el punto donde se desea la altura.

$d_2$ : Distancia entre la cota final y el punto donde se desea la altura.

$K$ : Factor de corrección.

$R$ : Radio de la tierra

Para una mayor confiabilidad en la realización del enlace se suele utilizar la fórmula anterior modificada, para quede una altura mayor (mayor curvatura en la tierra corregida). Ahora podemos considerar al factor  $K=4/3$  de atmósfera normal como parámetro general en el análisis. (ROLDÁN, 1999: 78-90)

La ecuación final con la que dibujaremos la tierra corregida es:

$$h = \frac{d_1 d_2}{1,5KR}$$

Ecuación 6.2

En el Perfil del Terreno deberemos, también, tener en cuenta la existencia de obstáculos como edificios, vegetación, etc. Como así también un posible margen de crecimiento (a futuro), por ejemplo la construcción de edificios o el crecimiento de los árboles.

#### 4. Línea de Vista

Conocido como LOS (Line of Sight, Línea de vista), su término hace referencia a un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas.

Además se tiene el concepto de NLOS (Línea de vista cercana), el cual describe un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la señal. Los obstáculos que pueden obstaculizar la línea de vista incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras.

Finalmente tenemos el término sin línea de vista, el cual indica que el radio completo de la zona de Fresnel está bloqueado en un enlace. (ROLDÁN, 1999: 78-90)

La Figura 6.18, muestra un esquema de los diferentes tipos de líneas de vista.

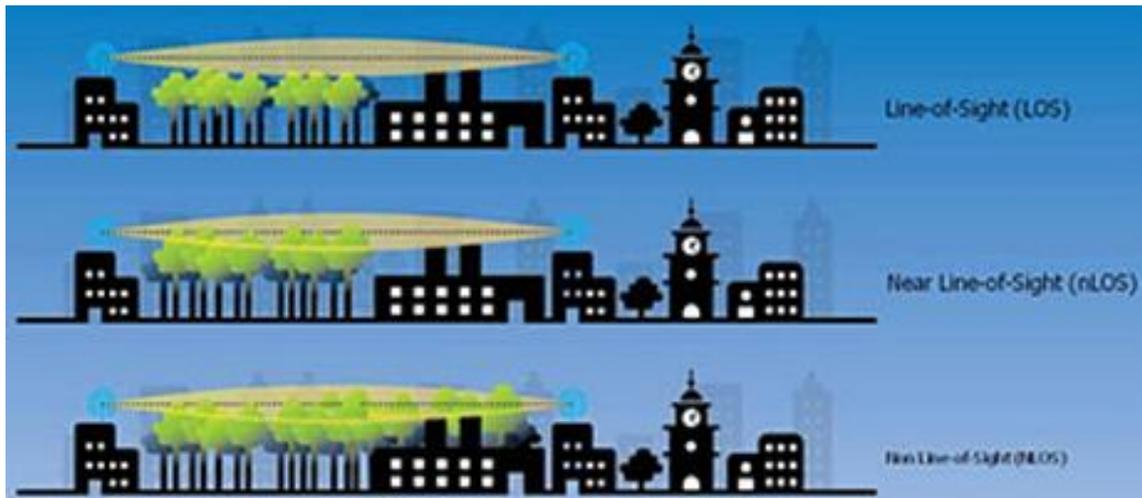


Figura 6.18. Esquema de línea de vista para enlaces

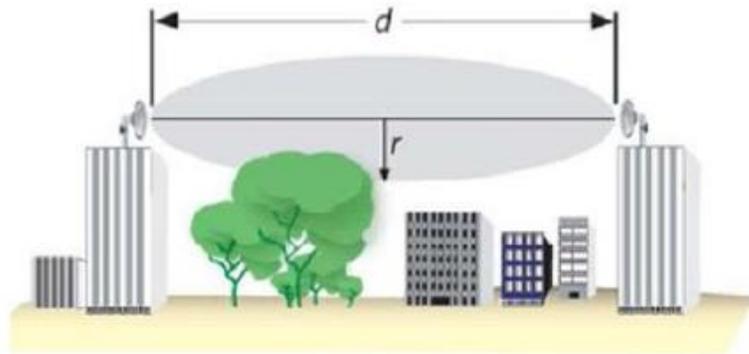
Fuente: [http://www.lanpro.com/documents/sp/wireless/LPC400\\_SS\\_SPB01W.pdf](http://www.lanpro.com/documents/sp/wireless/LPC400_SS_SPB01W.pdf)

#### 5. Zona de Fresnell

La Zona de Fresnell, es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración ya que afecta de manera directa la propagación de la onda

electromagnética, además de que exista visibilidad directa entre las dos antenas, es necesario que exista despeje de la primera zona de Fresnel. (ROLDÁN, 1999: 78-90)

Si existen obstáculos dentro de la primera zona de Fresnel, éstos introducirán pérdidas de obstrucción. La figura 6.19 nos muestra el esquema en que se debe trabajar sobre la zona de Fresnel para obtener el mejor rendimiento del enlace.



**Figura 6.19** Zona de Fresnel

**Fuente:** [http://www.lanpro.com/documents/sp/wireless/LPC400\\_SS\\_SPB01W.pdf](http://www.lanpro.com/documents/sp/wireless/LPC400_SS_SPB01W.pdf)

En color gris se representa a la primera zona de Fresnel, es decir, para conseguir comunicarnos a una distancia  $d$ , con una señal portadora de frecuencia  $f$ , debemos conseguir que la altura  $r$  de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

Mientras que la fórmula para el radio máximo de la primera zona de Fresnel es:

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{D}{4f}}$$

Ecuación 6.3

Dónde:

D: Distancia total del enlace en Km.

f: Frecuencia en GHz.

## 6. Pérdidas

Existen varios factores que inciden al momento de transmitir ondas electromagnéticas por medios no guiados las cuales influyen en los cálculos del diseño de red, a continuación se mencionan los más importantes a tener en cuenta para un correcto funcionamiento de la red. . (LIDE, 2007: 51-123)

### a) Pérdidas En Espacio Libre (Fsl)

Conforme viaja una señal RF a través del espacio, ésta se atenúa debido a la distancia existente desde el punto de transmisión inicial hasta el final. Mientras más lejos está el punto de transmisión final, más débil es la señal RF.

La Pérdida en el espacio libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La pérdida en el espacio libre expresada en decibeles (dB), viene dada por la fórmula:

$$FSL = 20 \log_{10} d + 20 \log_{10} f + K \quad \text{Ecuación 6.4}$$

Dónde:

d: Distancia del enlace.

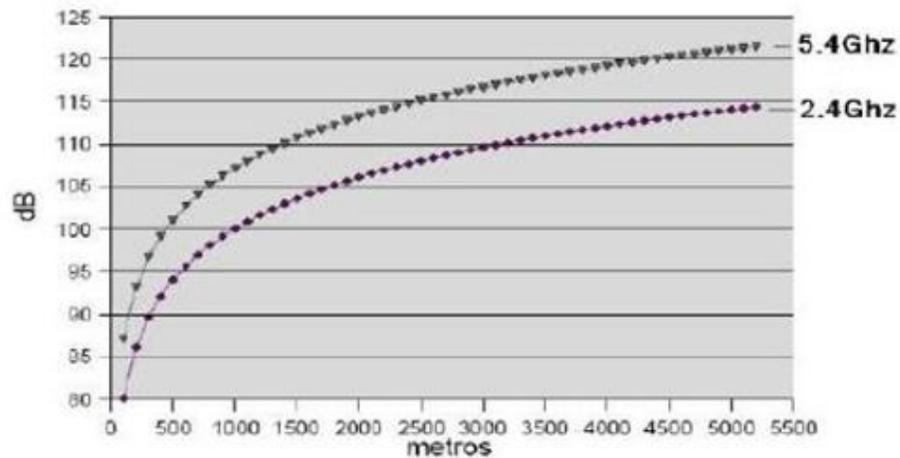
f: Frecuencia de operación.

K: Constante que depende de las unidades.

Si expresamos la distancia d en kilómetros y la frecuencia f en GHz la fórmula es:

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \quad \text{Ecuación 6.5}$$

En la figura 6.20, podemos observar las pérdidas en espacio libre en dB para 2.4 GHz y 5.4 GHz, se puede observar que después de 1.5 Km la pérdida se puede ver como “lineal” en dB. (LIDE, 2007: 51-123)



**Figura 6.20.** Pérdida en dB en función de la distancia en metros

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

**Tabla 6.4.** Pérdidas en espacio libre, para diferentes distancias y frecuencias.

Distancia [Km]	2,4 GHz	5,8 GHz
1	100 dB	108 dB
10	120 dB	128 dB
100	140 dB	148 dB

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

En la tabla 6.4 los valores son teóricos y pueden muy bien diferir de las mediciones tomadas. El término “espacio libre” no es siempre tan “libre”, y las pérdidas pueden ser muchas veces más grandes debido a las influencias del terreno y las condiciones climáticas.

En particular, las reflexiones en cuerpos de agua o en objetos conductores pueden introducir pérdidas significativas.

### Atenuación Por Absorción

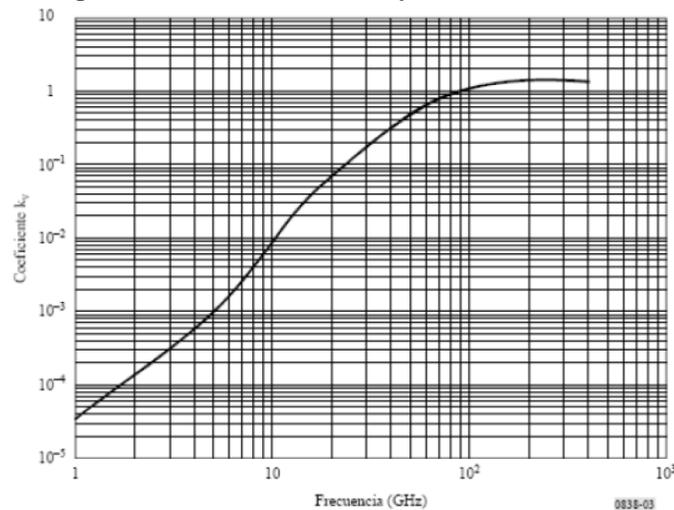
En los enlaces existe también una componente de atenuación debida a la absorción y dispersión por hidrometeoros (lluvia, nieve, granizo). En general, para los cálculos de disponibilidad de enlaces, sólo es necesario evaluar la atenuación por lluvia excedida

durante porcentajes de tiempo pequeños, y para frecuencias superiores a unos 6 GHz. (LIDE, 2007: 51-123)

La atenuación específica se obtiene a partir de la intensidad de lluvia mediante la ley exponencial:

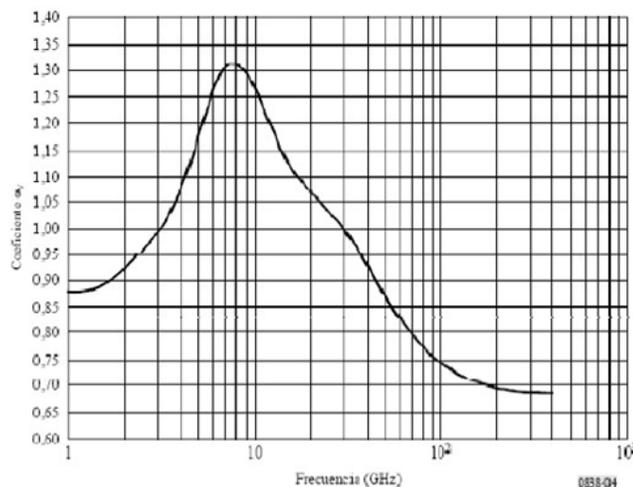
$$\gamma_R = kR^\alpha \quad \text{Ecuación 6.6}$$

Las constantes  $k$  y  $\alpha$  dependen de la frecuencia y la polarización. En las curvas de las figuras 6.21 y 6.22 se presenta los valores de  $k$  y  $\alpha$  en función de la frecuencia.



**Figura 6.21.** Coeficiente K en función de la frecuencia.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>



**Figura 6.22.** Coeficiente  $\alpha$  en función de la frecuencia

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

El índice de precipitación para la zona de Ecuador según la recomendación UIT-RP.837 es igual a 95 mm/h.

$$A_{LL} = \gamma_R dr \quad \text{Ecuación 6.7}$$

Dónde:

d: Distancia del trayecto.

r es calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{d}{d_0}} \quad \text{Ecuación 6.8}$$

Dónde:

$$d_0 = 35 * e^{-0.015R_{0.01}} \quad R_{0.01} = 95 \text{ mm/h}$$

Ecuación 6.9 y 6.10

### **Pérdidas Totales**

Las pérdidas totales del enlace se calculan de la siguiente manera:

$$P_T = FSL + A_{LL} + AL - G_{ANTENA} \quad \text{Ecuación 6.11}$$

Dónde:

PT: Pérdidas totales del enlace.

FSL: Pérdidas por espacio libre.

ALL: Pérdidas por lluvia.

AL: Pérdidas de los alimentadores. (conectores, acopladores, filtros, etc.)

GANTENA: Ganancia de las antenas. . (LIDE, 2007: 51-123)

## b) Potencia De Recepción

Para el cálculo de la potencia de recepción se utiliza la ecuación del balance.

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX}$$

Ecuación 6.12

Dónde:

$P_{RX}$ : Potencia recibida en el lugar de recepción, en dBm.

$P_{TX}$ : Potencia de transmisión, en dBm

$G_{TX}$ : Ganancia de la antena de transmisión, en dBi

$G_{RX}$ : Ganancia de la antena de recepción, en dBi.

$P_T$ : Pérdidas totales, en dB.

### Balance Del Enlace

Conocido también como presupuesto de potencia del enlace, que para un enlace punto a punto, es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del enlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado. (LIDE, 2007: 51-123)

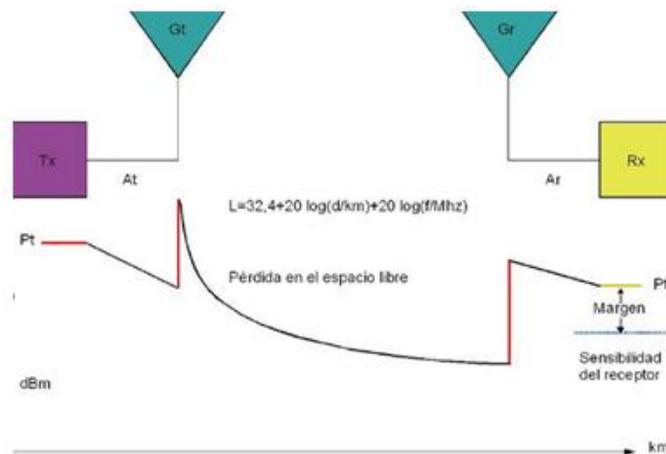


Figura 6.23. Balance del Enlace.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

El problema del IEEE802.11 en enlaces muy largos se reduce a lograr un balance del enlace en que la potencia recibida sea suficientemente superior a la sensibilidad del receptor, teniendo en cuenta la potencia transmitida, las ganancias y las pérdidas del enlace. Para el cálculo del Balance del enlace se tiene la siguiente ecuación:

$$P_{RX}(dB) = P_{TX} - L_{ccTX} + G_{TX} - FSL - A_{LL} + G_{RX} - L_{ccRX} \quad \text{Ecuación 6.13}$$

Dónde:

PRX: Potencia recibida por el receptor

PTX: Potencia de transmisión

LccTX: Pérdidas de cables y conectores en el sistema de transmisión

GTX: Ganancia de la antena de transmisión

FSL: Pérdida en espacio libre

ALL: Atenuación por lluvia

GRX: Ganancia de la antena de recepción

LccRX: Pérdidas de cables y conectores en el sistema de recepción(LIDE, 2007: 51-123)

Un aspecto importante a tener en consideración es, si la potencia del transmisor y la del receptor no son iguales debe realizarse el cálculo del presupuesto tanto en el sentido transmisor – receptor como en el sentido inverso para asegurarnos que el enlace se puede establecer efectivamente. Podría darse el caso, de tener una radio base de mucha potencia para que llegue a varios clientes a distintas distancias y que uno de los clientes reciba la señal pero no tenga la potencia suficiente para comunicarse con la radio base con lo que el enlace no podrá establecerse.

Además de los elementos considerados, debemos tener en cuenta factores de corrección debido al terreno y la estructura de las edificaciones, factores climáticos y muchos otros. Todos ellos muy empíricos por naturaleza. . (LIDE, 2007: 51-123)

## 7. Margen Respecto Al Umbral

El margen de umbral de un sistema es la diferencia existente entre la potencia recibida en el receptor y el umbral de sensibilidad del receptor.

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad}$$

Ecuación 6.14

Dónde:

MU: Margen de Desvanecimiento, en dB

PRX: Potencia de recepción, en dB

URX: Umbral de recepción o sensibilidad del equipo receptor

## 8. Margen De Desvanecimiento

Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal de la trayectoria. Esta variación en la pérdida de la señal se llama desvanecimiento y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie terrestre irregular.

El margen de desvanecimiento (FM) se define con respecto a un objetivo de calidad, es decir, respecto a un porcentaje máximo de tiempo de interrupción del enlace por cualquier causa en un periodo de tiempo dado. (*LIDE, 2007: 51-123*)

$$FM(dB) = 30 \log(d) + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Ecuación 6.15

Dónde:

FM: Margen de desvanecimiento.

d: Distancia del enlace en Km

A: Factor de rugosidad del terreno.

B: Factor climático

f: Frecuencia de trabajo en GHz

R: Confiabilidad en decimales

Los valores de A y B se dan en las tablas 6.5 y 6.6 respectivamente.

**Tabla 6.5.** Factor climático A

Factor geográfico A	Tipo de suelo
A=4	Agua o terreno muy liso
A=1	Terreno promedio
A = 0.25	Terreno áspero y montañoso

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

**Tabla 6.6.** Factor climático B

Factor Climático B	Tipo de clima
B = 0.5	Áreas cálidas o húmedas
B = 0.25	Áreas continentales promedio
B = 0.125	Áreas muy secas o montañosas

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

## 9. Confiabilidad Del Sistema

La confiabilidad es referida al sistema, corresponde al tiempo probabilístico en el cual un radioenlace se mantiene trabajando de manera satisfactoria sin ser afectado por el desvanecimiento, por lo tanto la confiabilidad de un sistema es calculada en función del margen de desvanecimiento. (*LIDE, 2007: 51-123*)

$$P = 6 * 10^{-7} (A.B) f d^3 10^{-FM/10}$$

$$R = (1 - P) * 100$$

Ecuación 6.16 y 6.17

Dónde:

P: Indisponibilidad

R: Confiabilidad

f: Frecuencia de trabajo, en GHz

d: Distancia del enlace.

FM: Margen de desvanecimiento, en dB

A: Factor geográfico o de aspereza

B: Factor climático.

## **10. Antenas**

Las antenas son dispositivos que emiten energía electromagnética concentrándola en un haz, el objetivo es que la antena transfiera la mayor cantidad de energía proveniente desde el cable o guía de onda y que a su vez es la energía procedente del transmisor. Desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas de radioenlaces existen tres principales características de las antenas que se encuentran mencionadas a continuación. (*LIDE, 2007: 51-123*)

### **a) Ganancia de la antena.**

Para comprender el concepto de ganancia en una antena es necesario conocer de antemano la definición de antena isotrópica, ésta es una antena con características ideales en cuanto a la radiación de energía que emite o que recibe, la energía va o viene desde todas las direcciones con la misma intensidad. La antena isotrópica posee un patrón de radiación esférico, como la luz que irradia un bombillo encendido. La ganancia de una antena está dada como el coeficiente entre la cantidad de energía irradiada por una antena en la dirección que se requiera por la cantidad de energía irradiada por una antena isotrópica en la misma dirección y alimentada por el transmisor, este cociente se expresa en dBi, la ganancia también se expresa en dBd, en donde 0 dBd equivalen a 2.14 dBi. En conclusión la ganancia de una antena es una forma de medir cuan directiva es una antena en comparación con una antena isotrópica.

Un aspecto importante es comprender que la antena constituye un elemento pasivo que de ninguna manera amplifica la señal de radio, las antenas tan solo concentran la señal en una determinada dirección, si actúa como transmisora dirige la potencia proveniente del radiotransmisor en la dirección requerida, si actúa como receptora recoge la potencia que fue enviada por la antena transmisora.

### **b) Ancho del haz.**

El ancho de haz, es el ángulo comprendido entre los puntos de media potencia, es decir el ángulo subtendido por la radiación que emite la antena entre los puntos en los cuales la potencia se disminuye a la mitad, (3dB) respecto a la radiación máxima.

Entre mayor sea la ganancia de una antena, la misma es más directiva y el haz de radiación es más angosto. Las antenas que se usan para radioenlaces poseen generalmente el haz angosto, y para aprovechar la ganancia de la antena se requiere una elevada precisión en cuanto a la puntería u orientación. Para una mejor comprensión de éste concepto se presenta la figura 6.24



**Figura 6.24.** Ancho del haz.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

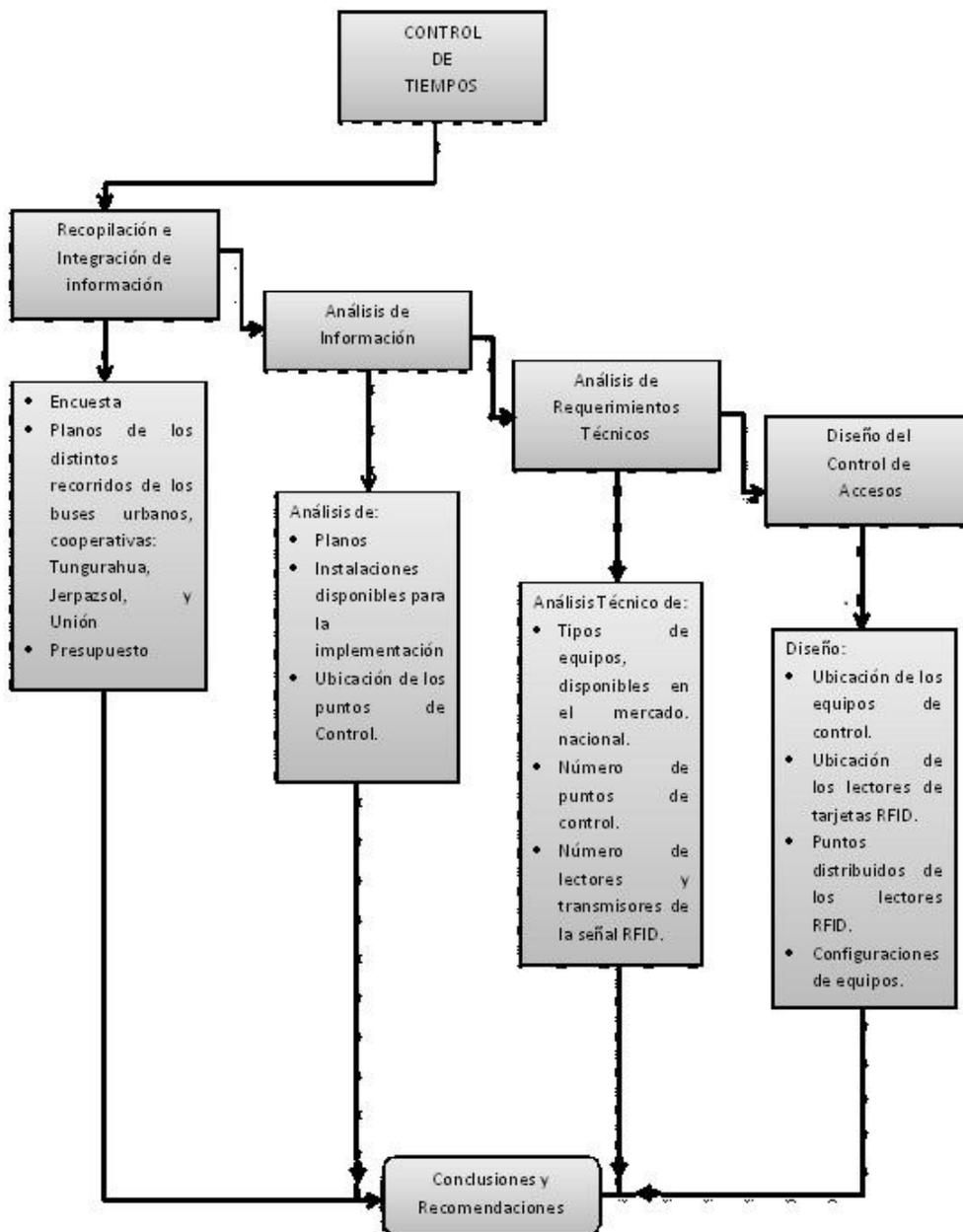
### **c) Diagrama de radiación o patrón de radiación**

El diagrama de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo espacial, en el que se pueden apreciar los lóbulos laterales y traseros, los puntos de media potencia y los puntos en los cuales no se irradia potencia llamados puntos nulos, uno de los objetivos de los diseñadores de antenas es

reducir al mínimo los lóbulos secundarios, es decir laterales y traseros, que en general perjudican la transmisión. . (*LIDE, 2007: 51-123*)

## **6.7 Metodología**

El proyecto tendrá en consideración las siguientes fases en el diseño del Control de tiempos y rutas de los buses urbanos en la ciudad de Ambato, como se indica en la Figura 6.25.



**Figura 6.25.** Fases del Proyecto de Control de Tiempos  
**Elaborado por:** Investigador

**a) Expectativas de los usuarios**

- Poseer un sistema de comunicación de datos que permita interactuar a todos los usuarios del sistema de manera que puedan combinar los procesos que se

realizan en las distintas cooperativas de buses urbanos de forma simultánea e inmediata.

- Que el sistema de comunicación sea fiable y brinde la seguridad necesaria en los procesos de control de tiempos de las rutas de los buses urbanos.
- Tener un sistema de comunicación de datos rápido, flexible y capaz de adaptarse a toda clase de transporte público o privado.

#### **b) Requerimientos de las aplicaciones de la Red**

**Sincronización en línea de datos.-** se requiere tener información actualizada del control de tiempos de los recorridos de buses.

**Rapidez de los procesos contables y administrativos.-** se requiere información rápida y confiable sobre atrasos y multas de cada transporte.

**Control y vigilancia de personal.-** se requiere tener un control sobre los recorridos que cumple cada bus urbano y obtener información del lugar donde se encuentra el transporte, así mismo el control de horarios de trabajo y desempeño laboral.

Vistos los tipos de requerimientos de la red de transmisión de datos se determina que las aplicaciones con mayor prioridad y necesidad de ser transmitidas por nuestro canal de datos serán: los procesos contables - administrativos y control de personal.

#### **c) Diseño del Sistema de Red**

En la Figura 6.26 se puede apreciar el diagrama lógico del sistema de comunicación de datos, tomando en cuenta que nuestra comunicación se basa en tecnología RFID.

En la Figura 6.27 se demuestra un diseño básico del control de tiempos en los recorridos de los buses urbanos.

Diseño Lógico

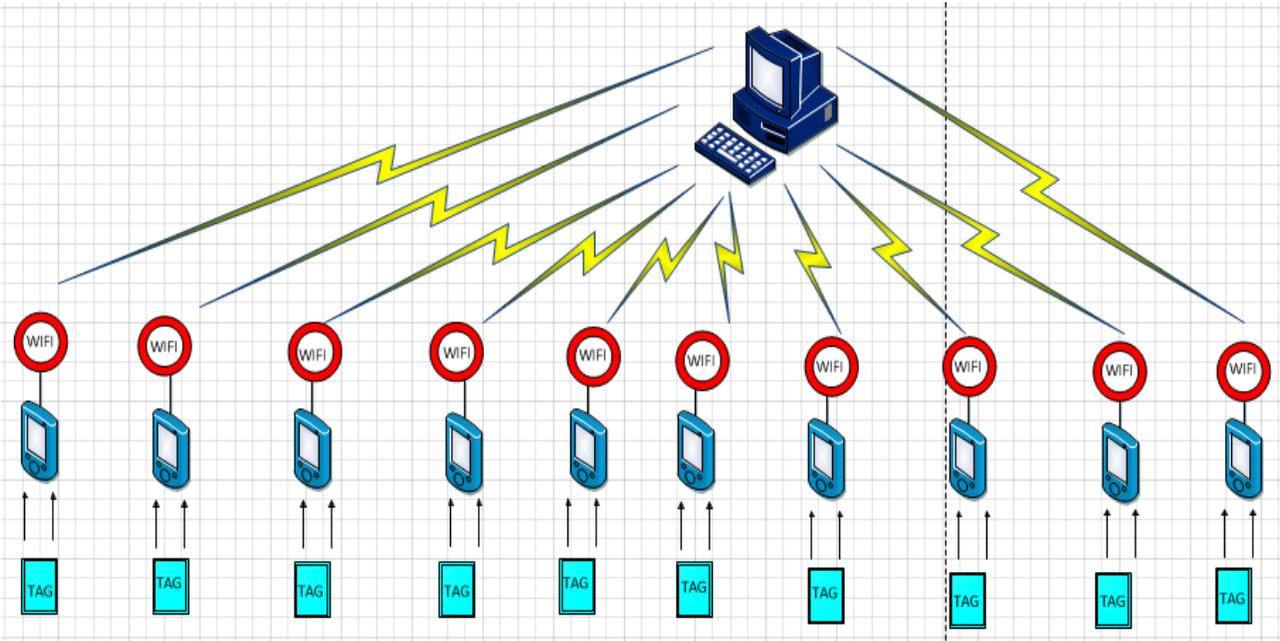
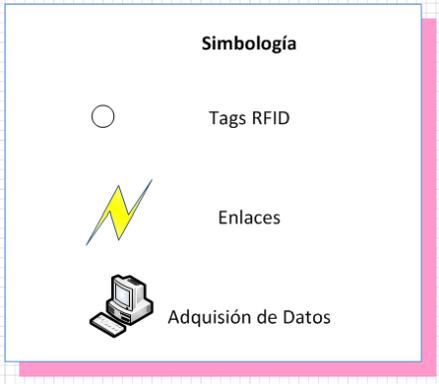
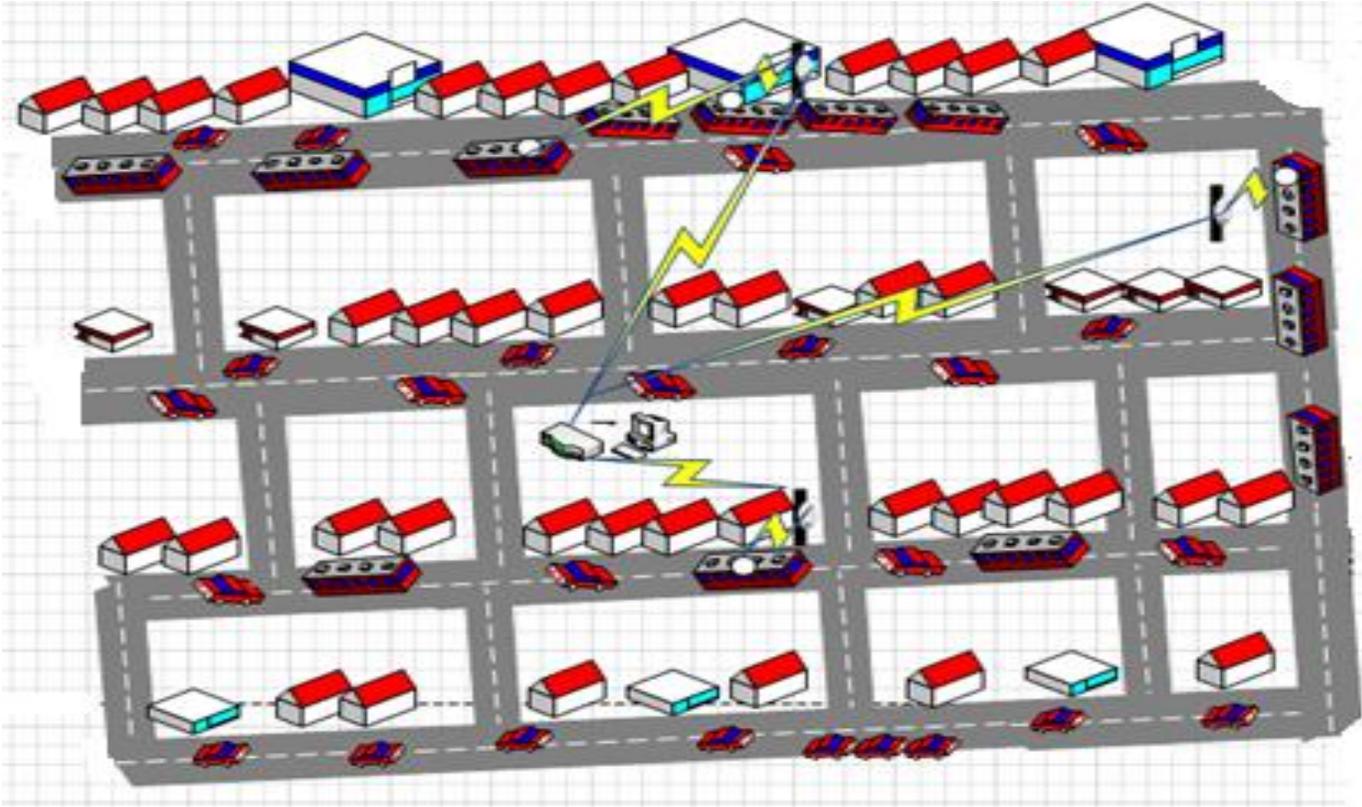


Figura 6.26 Diagrama Lógico  
Elaborado por: Investigador

**Diseño Físico**



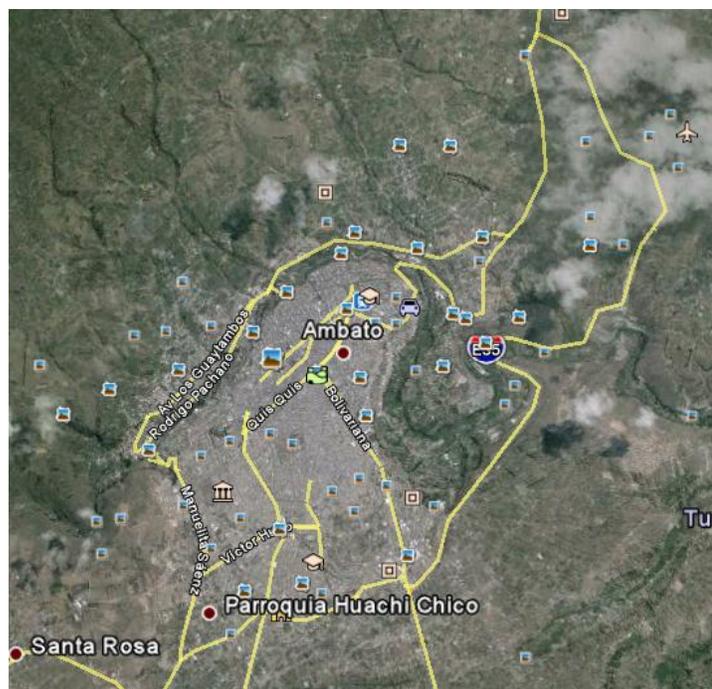
**Figura 6.27** Diagrama de Diseño Físico  
**Elaborado por:** Investigador

## 6.8 Modelo Operativo

### 6.8.1 Recopilación de la Información

En la Figura 6.29 se muestra la zona urbana por donde se encuentran las distintas rutas a realizar los enlaces.

- **Mapa de la Zona urbana estudiada en la ciudad de Ambato**



**Figura 6.29** Ubicación de la zona urbana de Ambato  
**Elaborado por:** Investigador

### 6.8.2 Presentación de planos y rutas de buses urbanos

Las Cooperativas de buses urbanos que participan con las rutas de su dominio son: Jerpazsol, Tungurahua, Unión Ambateña, Vía Flores y Los Libertadores

La cantidad de viajes mensuales del transporte urbano por cooperativas se puede observar en la tabla 6.7:

**Tabla 6.7** Viajes Mensuales por operadora

<b>VIAJES</b>		
<b>OPERADORA</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b># VIAJES</b>
<b>JERPAZSOL</b>	Lunes a Domingo	5572
<b>LOS LIBERTADORES</b>	Lunes a Domingo	5040
<b>TUNGURAHUA</b>	Lunes a Viernes	14875
	Sábado	2046
	Domingo	1986
<b>VÍA FLORES</b>	Lunes a Viernes	4270
	Sábado	854
	Domingo	854
<b>UNIÓN AMBATEÑA</b>	Lunes a Viernes	490
	Sábado	364
	Domingo	242

**Elaborado por:** Investigador

**a) Rutas, Frecuencias y Recorridos según Operadoras**

**COMPAÑÍA DE TRANSPORTE TERRESTRE PÚBLICO DE PASAJEROS  
EN BUSES JERPAZSOL**

**1.- Ruta: Huachi Grande- Manzana de Oro-Puerto Arturo**

Horario: Todos los días

Frecuencia: De 06H00 a 22H30 cada 5 minutos

Viajes: 198

**2.- Ruta: Los Ángeles – Izamba**

Horario: Todos los días

Frecuencia: De 06H00 a 22H30 cada 5 minutos

Viajes: 198

**TOTAL DE VIAJES: 396 viajes**

**COOPERATIVA DE TRANSPORTE TERRESTRE PÚBLICO DE PASAJEROS EN BUSES TUNGURAHUA**

**1.- Ruta: Miraflores – Ingahurco y viceversa**

**Tabla 6.8** Horarios Ruta: Miraflores – Ingahurco y viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H20 a 08H00	Cada 5 minutos	16
	08H00 a 18H00	Cada 8 minutos	75
	18H00 a 22H00	Cada 10 minutos	24
Sábado	06H20 a 16H00	Cada 10 minutos	56
Domingo	08H00 a 14H00	Cada 10 minutos	36

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.8 nos indica que en esta ruta se cumplen 207 viajes

## **2.- Ruta: Miñarica – Ingahurco y Viceversa**

**Tabla 6.9** Horarios Ruta: Miñarica – Ingahurco y Viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H20 a 08H00	Cada 5 minutos	16
	08H00 a 18H00	Cada 6 minutos	100
	18H00 a 21H00	Cada 10 minutos	18
Sábado	06H20 a 16H00	Cada 10 minutos	56
Domingo	08H00 a 16H00	Cada 10 minutos	56

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.9 nos indica que en esta ruta se cumplen 246 viajes

## **3.- Ruta: Ficoa – Terremoto-Totoras-El Empalme y Viceversa**

**Tabla 6.10** Horarios Ruta: Ficoa – Terremoto-Totoras-El Empalme y Viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H00 a 08H00	Cada 3 minutos	40
	08H00 a 18H00	Cada 4 minutos	150
	18H00 a 19H10	Cada 5 minutos	14

	19H00 a 22H10	Cada 10 minutos	18
Sábado	06H00 a 19H00	Cada 5 minutos	156
Domingo	06H00 a 19H00	Cada 5 minutos	156

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.10 nos indica que en esta ruta se cumplen 534 viajes

#### **4.- Ruta: Atocha – Letamendi y Viceversa**

**Tabla 6.11** Horarios Ruta: Atocha – Letamendi y Viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H20 a 08H00	Cada 5 minutos	16
	08H00 a 18H00	Cada 7 minutos	86
	18H00 a 19H10	Cada 8 minutos	8
	19H00 a 22H10	Cada 8 minutos	23
Sábado	06H20 a 19H00	Cada 10 minutos	74
Domingo	06H20 a 19H00	Cada 10 minutos	74

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.11 nos indica que en esta ruta se cumplen 280 viajes

## 5.- Ruta: Pinllo – Nueva Ambato

**Tabla 6.12** Horarios Ruta: Pinllo – Nueva Ambato

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H20 a 07H40	Cada 5 minutos	16
	07H40 a 20H00	Cada 8 minutos	92
	20H00 a 22H00	Cada 15 minutos	8
Sábado	06H20 a 19H00	Cada 15 minutos	49
Domingo	08H00 a 19H00	Cada 15 minutos	49

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.12 nos indica que en esta ruta se cumplen 215 viajes

## 6.- Ruta: Picaihua – Cdla. España

**Tabla 6.13** Horarios Ruta: Picaihua – Cdla. España

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H10 a 07H40	Cada 5 minutos	18
	07H40 a 20H00	Cada 8 minutos	92
	20H00 a 22H00	Cada 15 minutos	8
Sábado y Domingo	06H10 a 18H00	Cada 10 minutos	71
	18H00 a 20H00	Cada 15 minutos	7

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.13 nos indica que en esta ruta se cumplen 197 viajes

### 7.- Ruta: San Juan - Centro

**Tabla 6.14** Horarios Ruta: San Juan - Centro

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H20 a 08H00	Cada 10 minutos	11
	08H40 a 18H15	Cada 15 minutos	38
Sábado y Domingo	06H10 a 16H00	Cada 15 minutos	39

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.14 nos indica que en esta ruta se cumplen 89 viajes

### 8.- Ruta: Montalvo – El Recreo

**Tabla 6.15** Horarios Ruta: Montalvo – El Recreo

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H10 a 07H40	Cada 5 minutos	18
	07H40 a 20H00	Cada 7 minutos	92
	20H10 a 21H00	Cada 10 minutos	5
	21H00 a 22H00	Cada 15 minutos	8
Sábado y Domingo	06H10 a 19H00	Cada 8 minutos	71

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.15 nos indica que en esta ruta se cumplen 194 viajes

## 9.- Ruta: El Progreso – Izamba – Quillan Loma

**Tabla 6.16** Horarios Ruta: El Progreso – Izamba – Quillan Loma

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H10 a 07H56	Cada 4 minutos	26
	07H56 a 19H00	Cada 5 minutos	133
	19H00 a 22H00	Cada 10 minutos	18
Sábado y Domingo	06H10 a 18H00	Cada 5 minutos	142
	18H00 a 20H00	Cada 7 minutos	17

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.16 nos indica que en esta ruta se cumplen 336 viajes

## 10.- Ruta: Augusto Martínez – M. Mayorista – B. Solís – Redondel H. Chico

**Tabla 6.17** Horarios Ruta: Augusto Martínez – M. Mayorista – B. Solís – Redondel H. Chico

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H10 a 07H06	Cada 4 minutos	15
	07H10 a 18H00	Cada 5 minutos	130
	18H00 a 20H00	Cada 7 minutos	17
	20H10 a 22H00	Cada 15 minutos	7
Sábado	06H10 a 08H15	Cada 5 minutos	25

	08H15 a 18H00	Cada 6 minutos	98
	18H00 a 21H00	Cada 15 minutos	12
Domingo	06H10 a 08H20	Cada 5 minutos	26
	08H20 a 18H00	Cada 7 minutos	83
	18H00 a 20H30	Cada 15 minutos	10

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.17 nos indica que en esta ruta se cumplen 423 viajes

### **11.- Ruta: Cunchibamba - Tiagua**

**Tabla 6.18** Horarios Ruta: Cunchibamba - Tiagua

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Viernes	06H10 a 07H20	Cada 10 minutos	7
	07H20 a 18H00	Cada 15 minutos	43
Sábado	06H15 a 18H00	Cada 15 minutos	47
Domingo	06H15 a 16H00	Cada 15 minutos	39

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.18 nos indica que en esta ruta se cumplen 136 viajes

## 12.- Ruta: Pucarami - Centro

**Tabla 6.19** Horarios Ruta: Pucarami - Centro

<b>Días</b>	<b>Horario</b>
Lunes a Viernes	06H10, 06H20, 06H40, 07H00, 07H30, 08H15
Sábado y Domingo	06H30, 07H00, 08H30

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.19 nos indica que en esta ruta se cumplen 9 viajes

## 13.- Ruta: Chaupi – San Luis - Centro

**Tabla 6.20** Horarios Ruta: Chaupi – San Luis - Centro

<b>Días</b>	<b>Horario</b>
Lunes a Viernes	06H15, 06H55, 07H00, 07H30, 08H15
Sábado y Domingo	06H30, 07H00, 08H30

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.20 nos indica que en esta ruta se cumplen 9 viajes

### **Nota:**

**Las rutas 1-2-3-4-5-6-7-8 son compartidas con la Cooperativa Unión Ambateña**

**COOPERATIVA DE TRANSPORTE TERRESTRE PÚBLICO DE  
PASAJEROS EN BUSES VÍA FLORES**

**1.- Ruta: Juan B. Vela – La Concepción – Redondel de Izamba y Viceversa**

**Tabla 6.21** Horarios Ruta: Juan B. Vela – La Concepción – Redondel de Izamba y Viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Domingo	05H50 a 08H00	Cada 4 minutos	26
	08H00 a 11H30	Cada 5 minutos	42
	11H30 a 13H30	Cada 4 minutos	30
	13H30 a 19H10	Cada 5 minutos	68
	19H10 a 22H00	Cada 10 minutos	17

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.21 nos indica que en esta ruta se cumplen 183 viajes

**2.- Ruta: Shuyurco – Ciudadela Militar - viceversa**

**Tabla 6.22** Horarios Ruta: Shuyurco – Ciudadela Militar - viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Domingo	06H15 a 22H00	Cada 10 minutos	93

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.22 nos indica que en esta ruta se cumplen 93 viajes

### 3.- Ruta: Ambato – Chibuleo – San Francisco – San Pedro y Viceversa

Tabla 6.23 Horarios Ruta: Ambato – Chibuleo – San Francisco – San Pedro y Viceversa

Días	Horario	Frecuencia	Viajes
Lunes a Domingo	05H55 a 22H00	Cada 30 minutos	32

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.23 nos indica que en esta ruta se cumplen 32 viajes

### 4.- Ruta: Ambato – San Pablo – Cuatro Esquinas – Angaguana Alto y Viceversa

Tabla 6.24 Horarios Ruta: Ambato – San Pablo – Cuatro Esquinas – Angaguana Alto y Viceversa

Días	Horario	Frecuencia	Viajes
Lunes a Domingo	06H00 a 08H00	Cada 10 minutos	12
	08H00 a 22H00	Cada 20 minutos	42

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.24 nos indica que en esta ruta se cumplen 54 viajes

## COOPERATIVA DE TRANSPORTE TERRESTRE PÚBLICO DE PASAJEROS EN BUSES UNIÓN AMBATEÑA

### 1.- Ruta: La Joya – Parque Industrial – 4 Esquinas – Santa Fé

Tabla 6.25 Horarios Ruta: La Joya – Parque Industrial – 4 Esquinas – Santa Fé

Días	Horario	Frecuencia	Viajes
Lunes a Sábado	06H08 a 07H00	Cada 4 minutos	13

	07H00 a 07H50	Cada 5 minutos	10
	07H50 a 18H00	Cada 6 minutos	102
	18H00 a 18H30	Cada 10 minutos	9
	18H30 a 22H00	Cada 15 minutos	14
Domingo	06H08 a 07H00	Cada 4 minutos	13
	07H00 a 07H50	Cada 5 minutos	10
	07H50 a 13H00	Cada 6 minutos	52
	13H00 a 18H00	Cada 10 minutos	30

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.25 nos indica que en esta ruta se cumplen 252 viajes

**Nota:**

**Las rutas 1-2-3-4-5-6-7-8 son compartidas con la Cooperativa Tungurahua**

**COOPERATIVA DE TRANSPORTE TERRESTRE PÚBLICO DE  
PASAJEROS EN BUSES LOS LIBERTADORES**

**1.- Ruta: San Francisco – Cashapamba - Viceversa**

**Tabla 6.26** Horarios Ruta: San Francisco – Cashapamba - Viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Domingo	06H00 a 22H30	Cada 5 minutos	198

En la Tabla 6.26 nos indica que en esta ruta se cumplen 198 viajes

## 2.- Ruta: Tagaiche – Macasto y viceversa

Tabla 6.27 Horarios Ruta: Tagaiche – Macasto y viceversa

Días	Horario	Frecuencia	Viajes
Lunes a Domingo	06H00 a 22H30	Cada 10 minutos	99

En la Tabla 6.27 nos indica que en esta ruta se cumplen 99 viajes

## 3.- Ruta: Seminario Mayor – Ingahurco Bajo y Viceversa

Tabla 6.28 Horarios Ruta: Seminario Mayor – Ingahurco Bajo y Viceversa

Días	Horario	Frecuencia	Viajes
Lunes a Domingo	06H00 a 22H00	Cada 8 minutos	120

En la Tabla 6.28 nos indica que en esta ruta se cumplen 120 viajes

## 4.- Ruta: San Francisco – Cashapamba - Viceversa

Tabla 6.29 Horarios Ruta: San Francisco – Cashapamba - Viceversa

Días	Horario	Frecuencia	Viajes
Lunes a Domingo	06H00 a 22H30	Cada 5 minutos	198

En la Tabla 6.29 nos indica que en esta ruta se cumplen 198 viajes

## 5.- Ruta: Techo Propio – Centro y viceversa

**Tabla 6.30** Horarios Ruta: Techo Propio – Centro y viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Domingo	06H00 a 22H30	Cada 10 minutos	87

En la Tabla 6.30 nos indica que en esta ruta se cumplen 87 viajes

#### **6.- Ruta: Andíglata – Mercado Mayorista y viceversa**

**Tabla 6.31** Horarios Ruta: Andíglata – Mercado Mayorista y viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Domingo	06H00 a 20H00	Cada 8 minutos	105

En la Tabla 6.31 nos indica que en esta ruta se cumplen 105 viajes

#### **7.- Ruta: La Península – Las Orquídeas y Viceversa**

**Tabla 6.32** Horarios Ruta: La Península – Las Orquídeas y Viceversa

<b>Días</b>	<b>Horario</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Viajes</b>
Lunes a Domingo	06H00 a 20H00	Cada 8 minutos	105

En la Tabla 6.32 nos indica que en esta ruta se cumplen 105 viajes

#### **b) Distribución de requerimientos por zonas**

En este punto se contabilizarán los puntos exactos de control de tiempo de recorridos de los buses urbanos, según las rutas a estudiar y buses urbanos participantes.

Recalcando que cada transporte urbano constará de supervisión constante y toma de datos según el número de recorridos.

Facilitando de esta manera el control de tiempos y rutas para cada Cooperativa de Transportes.

### **6.8.3 Consideraciones previas al diseño**

Una vez que se ha obtenido los datos totales de requerimientos en cuanto a un número de dispositivos tanto del control de tiempos como de la lectura global de datos, es importante definir el tipo de tecnología a usarse en el diseño; debido a que existe un sin número de posibilidades al momento de elegir.

Se tomará en cuenta los siguientes puntos:

#### **1. Requerimientos de uso del control de tiempos nivel usuarios**

Se toma en cuenta el tipo de funcionamiento que solicitan las distintas cooperativas de buses urbanos de Ambato para el control de tiempos y recorridos de buses urbanos. Teniendo las características básicas como:

- Fácil acceso a la aplicación
- Lector de tarjetas de fácil uso
- El idioma debe ser español

#### **2. Elección de la topología del control de tiempos de los recorridos de buses urbanos**

Los sistemas de control de tiempos se dividen en dos grupos los cuales presentan características distintas, así mismo de sus ventajas y desventajas que se analizarán a continuación en un breve resumen que se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 6.33** Comparación de Sistemas de Control de Tiempos.

<b>CONTROL DE TIEMPOS</b>	
<p>Un control de tiempos puede ser centralizado o autónomo, pero ambos requieren de los mismos componentes a excepción del software de control requerido para un sistema centralizado.</p>	
<b>CENTRALIZADOS</b>	<b>AUTÓNOMOS</b>
<p>Todos están conectados a un hardware y software especializado que transfiere información en tiempo real y lo almacena en un PC o periférico.</p>	<p>Funcionan previa configuración individual, son capaces de almacenar la información de un número determinado de eventos que suceden entorno a él.</p>
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece planes de trabajo.</li> <li>• Facilita saber cuántos operarios son necesarios para un proceso.</li> <li>• Determina y controla la mano de obra</li> <li>• Control de rendimiento se verá afectado por las estadísticas que aporte el control de tiempos.</li> <li>• Reanudan sus tiempos productivos.</li> <li>• Permitir una mayor flexibilidad en las jornadas de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluye en el sistema una serie de variables.</li> <li>• Refleja el rendimiento de cada trabajador con datos almacenados.</li> <li>• Elimina los tiempos improductivos.</li> <li>• Disponibilidad de generar el registro del histórico de accesos.</li> <li>• Utilidad de señalar el principio y fin de los turnos.</li> </ul>
<b>VENTAJAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte inmediato de eventos.</li> <li>• La programación de cada punto se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con las principales características del sistema</li> </ul>

actualiza de manera inmediata sin necesidad de interactuar con cada uno.	centralizado. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sencillo de usa una vez programado.</li> <li>• Puede contar con alimentación propia.</li> <li>• Fácil de adaptar en ambientes donde no se puedan realizar modificaciones.</li> </ul>
<b>DESVENTAJAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de fallo eléctrico el sistema queda sin sus funciones principales.</li> <li>• Mayor mantenimiento por cuestión de cableado y energía.</li> <li>• Mucho más costoso que un sistema tradicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Está destinado a un número de características.</li> <li>• Puede ser afectado por fallo eléctrico.</li> <li>• En caso que se reconfigure, se tiene que programar en el punto de control.</li> </ul>

**Elaborado por:** Investigador

Después de este breve análisis de los tipos de topología de Control de Tiempos, se decidió por el control de tiempos autónomo, considerando los siguientes puntos:

- Fácil administración de los puntos de control.
- Fácil adaptación en ambientes donde no se puede realizar modificaciones.
- Control de tiempos de rutas por horarios, registro de ingresos y eventos.
- Autonomía propia en caso de fallo eléctrico.
- Fácil mantenimiento y reparación.
- Menor costo de Instalación.

### **3. Elección de Tecnología Inalámbrica para el control de tiempos de los recorridos.**

La Tecnología inalámbrica apropiada para nuestra propuesta se divide en tres grupos los cuales presentan caracterizas distintas, así mismo de sus ventajas y

desventajas que se analizarán a continuación en un breve resumen que se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 6.34** Comparación de Tecnologías Inalámbricas

<b>TECNOLOGÍA INALÁMBRICA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
RFID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de alimentación propia mediante batería de larga duración (generalmente baterías de litio / dióxido de manganeso)es muy buena su batería.</li> <li>• Distancias de lectura escritura mayor de 10m a 100m generalmente.</li> <li>• Diversas tecnologías y frecuencias.</li> <li>• Hasta 868 MHz (UHF) o según estándares aplicados.</li> <li>• 2,4 GHz muy utilizada (banda ISM, Industrial Scientific and Medical), la misma que para dispositivos wireless LAN 802.11b.</li> <li>• Memoria generalmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los beneficios primarios de RFID son: la eliminación de errores de escrita y lectura de datos, colección de datos de forma más rápida y automática, reducción de procesamiento de datos y mayor seguridad.</li> <li>• Gracias a el RFID un producto inteligente ha de satisfacer los siguientes requisitos:</li> <li>• Poseer una única identidad.</li> <li>• Ser capaz de comunicarse eficazmente con su ambiente circundante.</li> <li>• Poder obtener y conservar información sobre sí mismo.</li> <li>• Tener un lenguaje con el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la utilización de este sistema se produce un alto grado de desempleo.</li> <li>• La etiqueta puede ser leída a cierta distancia sin conocimiento por parte del individuo.</li> </ul>

	<p>entre 4 y 32 kB.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principales fabricantes: TagMaster, Identec Solutions, Siemens, Nedap, WhereNet, Bluesoft, Syris RFID</li> <li>• Elevado rango de lectura</li> </ul>	<p>que poder expresar sus rasgos, exigencias de producción, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser capaz de participar en la toma de decisiones relevantes sobre su futuro.</li> <li>• La disminución de costos para los establecimientos que utilizan este sistema de identificación en sus productos</li> </ul>	
WIFI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estándares:</b> IEEE 802.11b/g/n Wireless LAN IEEE 802.3, 802.3u Ethernet IEEE 802.3x Flow Control IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.11d Regulatory Domain Selection</li> <li>• <b>Rango de frecuencia Wireless:</b> 2.4GHz (IEEE 802.11b/g/n) a 5Mhz</li> <li>• <b>Interface de red:</b> 10/100BASE-TX Port With 802.3af PoE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste manual de niveles de potencia.</li> <li>• Capacidad para realizar una selección de canales de forma automática.</li> <li>• Deberá soportar calidad de servicio (Qos) para mejorar el rendimiento en servicios como VoIP y Streaming.</li> <li>• Rogue AP para exploración continúa de AP vecinos.</li> <li>• Capacidad para soportar 256 clientes conectados de forma inalámbrica a AP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo en equipos sofisticados que soporten temperaturas altas y con protecciones frente a bruscas condiciones climáticas.</li> </ul>

	<p>Protocolo IEEE 802.1Q</p> <p>Vlan Tagging, mínimo de 64 VLANs</p> <p>• <b>Seguridad:</b></p> <p>MAC Address Filtering</p> <p>WPA/WPA2 EAP</p> <p>WPA/WPA2 PSK</p> <p>AES</p> <p>IEEE 802.1X Supplicant</p>		
GPS	<p>• <b>Frecuencia portadora:</b></p> <p>Civil – 1575,42 MHz (L1). Militar – 1227,60 MHz (L2).</p> <p><b>Sistema de coordenadas:</b></p> <p>Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84).</p> <p>• <b>Integridad:</b> tiempo de notificación de 15 minutos o mayor. No es suficiente para la aviación civil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida útil: 7,5 años</li> <li>• Cobertura: mundial</li> <li>• Capacidad de usuarios: ilimitada</li> <li>• Disponibilidad: 24 satélites y 21 satélites. No es suficiente como medio primario de navegación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas Horas de alimentación, es decir, interrumpida por el agotamiento rápido de éstas.</li> </ul>

**Elaborado por:** Investigador

Existen varias tecnologías que nos podrían ayudar a desarrollar nuestra propuesta como se observa en la Tabla 6.34 ya que, poseen características beneficiosas; pero por motivos de comodidad y de interés las cooperativas que nos brindaron su valiosa información decidieron que les gustaría trabajar con tarjetas de RFID ya que es un

sistema económico, es decir, los equipos son bajos en costos y lo esencial que son fáciles de entender y manipular para los señores transportistas.

Por tal motivo la tecnología a utilizar es RFID, además se utilizará el estándar 802.11n (WIFI), para las comunicaciones entre puntos de control ya que éstas cuentan con características que nos permitirán cumplir los parámetros deseados.

#### **4. Elección de Elementos del control de tiempos de los recorridos.**

En capítulos anteriores se trató el tema de elementos de identificación, los cuales permiten la elección de los equipos que se encargan del control de tiempos, brevemente se realizará un resumen de las características, ventajas y desventajas de los principales tarjetas inteligentes que pueden ayudarnos para la lectura de los tiempos de los recorridos de las cooperativas de buses urbanos antes mencionados.

##### **a) Elección de Tarjetas Inteligentes RFID**

Las Tarjetas Inteligentes RFID apropiadas para nuestra propuesta se divide en cuatro grupos los cuales presentan caracterizas distintas, así mismo de sus ventajas y desventajas que se analizarán a continuación en un breve resumen que se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 6.35** Características de Tarjetas Inteligentes

<b>TARJETAS INTELIGENTES RFID</b>			
<b>TIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<p><b>Marca:</b> HSY</p> <p><b>Modelo:</b> 18000- 6c&amp; epc class1 gen2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándar: la norma iso 18000-6c, epc class1 gen2</li> <li>• Frecuencia:-: 860 ~ 960 mhz</li> <li>• Capacidad de almacenamiento: 256 bytes</li> <li>• Dimensiones: 85.6* 54* 0.8mm</li> <li>• Peso: 7.5g</li> <li>• Material:-: pvc</li> <li>• Temperatura de funcionamiento:- 10&amp; deg; a c +70&amp; deg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura a distancia: 3m~10m lectura estable( dependiendo del lector de diseño)</li> <li>• Escritura de resistencia( ciclos): más de 100,000</li> <li>• Retención de datos: años 10</li> <li>• Aplicaciones:-: gestión de vehículos, la gestión del personal, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de almacenamiento:- 10&amp; deg; a c +50&amp; deg; c</li> </ul>
<p><b>Marca:</b> Bettera J</p> <p><b>Modelo:</b> BJCP01</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencia: 860~960mhz</li> <li>• Estándar de protocolo Epc gen class1 2, iso 18000-6c</li> <li>• Tamaño: Mm 85*54</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia de lectura 12- 15m( lector y medio ambiente dependiente)</li> <li>• Campos de aplicación: La gestión de los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de funcionamiento.- 30~+50&amp; deg; c</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesor: Mm 0.8</li> <li>• Material de embalaje /pvc pet</li> <li>• Modo de funcionamiento /leer y escribir, preset a través del software, promedio menos de 10ms/64bits solo para la lectura de la tarjeta</li> <li>• Tamaño de la memoria: 512 poco</li> <li>• Chip: Higgs alien- 3</li> </ul>	<p>vehículos, venta de entradas, la tarjeta vip, la gestión de activos, etc.</p>	
<p><b>Marca:</b> Nexqo</p> <p><b>Modelo:</b> OEM</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándar: La norma iso 18000-6c, epc class1 gen2</li> <li>• Frecuencia:860 ~ 960 mhz</li> <li>• Dimensiones:85.6* 54* 0.8mm</li> <li>• Peso:0.3kg</li> <li>• Material:pvc</li> <li>• Modo de funcionamiento /leer y escribir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia de lectura:3m~10m lectura estable( dependiendo del lector de diseño)</li> <li>• Escritura de resistencia( ciclos): más de 100,000</li> <li>• Retención de datos: años 10</li> <li>• Aplicaciones: gestión de vehículos, la gestión del personal, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de funcionamiento:- 10&amp; deg; a c +550&amp; deg; c</li> </ul>
<p><b>Marca:</b> SHENGHUA</p> <p><b>Modelo:</b> SH-I0602</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencia: 860~960mhz</li> <li>• Las normas/protocolos: Epc gen class1 2, iso 18000-6c &amp; toro;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño de la memoria: hasta poco 512</li> <li>• Distancia de lectura: 0-10m( relacionados con lector de rendimiento y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de funcionamiento:- 30~+50( celsius)</li> </ul>

	<p>parámetros físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tamaño:</b> 110*40*0.3mm=4.3*1.6*0.01inch( diseño personalizado)</li> <li>• <b>Material de la antena:</b> Pet+al</li> <li>• <b>Material exterior:</b> El papel de cobre/pet/pvc/de papel térmico &amp; toro; los parámetros de rendimiento</li> <li>• <b>Chip:</b> Impinj m5/alien h3/h4 alien</li> <li>• <b>Modo de funcionamiento:</b> /r w &amp; toro; los parámetros del medio ambiente</li> </ul>	<p>ambiente de trabajo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aplicaciones:</b> Vehículo de control de acceso; la gestión residencial; la gestión de activos; de almacenamiento; de la logística; de la aviación; venta al por menor, etc.</li> </ul>	
<p><b>Marca:</b> Transit</p> <p><b>Modelo:</b> Compac 57024</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Frecuencia:</b> 2.400 - 2.482 GHz</li> <li>• <b>Protección:</b> IP54 [approx. NEMA2].</li> <li>• <b>Distancia de lectura:</b> 7 metros.</li> <li>• <b>Temperatura operativa:</b> - 20... 85°C.</li> <li>• <b>Velocidad del objeto:</b> Más de 200km/h a la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Multilectura:</b> Si, hasta 5 identificaciones simultaneas.RO-D y EM-D</li> <li>• <b>Compatibilidad:</b> dualBAND con EM 4102y NEDAP de proximidad.</li> <li>• <b>Lectura por ambas caras.</b></li> </ul>	<p>No identifica más de 6 tags simultáneamente.</p>

	<p>distancia apropiada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación: Batería de ión de litio de 7 años de duración.</li> <li>• Operatividad: Identificación permanente.RO-A y EM-A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil instalación.</li> <li>• Detección a alta velocidad de paso.</li> <li>• Extra fina, 5mm de grosor.</li> <li>• Total precisión en la captura de datos.</li> <li>• Diseño estético y funcional.</li> </ul>	
--	---	--	--

**Elaborado por:** Investigador

Con la presente tabla 6.35 podemos descartar el uso de cuatro tarjetas inteligentes, las cuales no presentan las ventajas necesarias para su implementación, ya que al ser utilizados en transportes urbanos, deben soportar temperaturas según la región que se encuentren.

Además debe tomarse en cuenta que los transportes urbanos para la lectura de sus tiempos de recorridos no deben detener sus labores para ahorrar tiempo; por lo que es necesario que la tarjeta inteligente tome lectura a una distancia mayor de dos metros y a una velocidad adecuada del transporte.

Todas estas necesidades las cumple la tarjeta inteligente COMPAC TAG de marca TRANSIT. Sus características se pueden visualizar en el Anexo 2.

Además se utilizará un amplificador de señal de tarjetas inteligentes, que es complemento de la tag seleccionada anteriormente, sus características se observa en el Anexo 3.

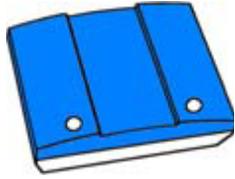
### b) Elección del Lector de tarjetas inteligentes RFID

A continuación en la Tabla 6.36 se analizará el mejor Lector de tarjetas inteligentes para la lectura de los tiempos de recorridos de los buses urbanos, observando sus características principales, ventajas y desventajas.

**Tabla 6.36** Características de Lectores RFID

<b>LECTOR DE TARJETAS INTELIGENTES RFID</b>			
<b>TIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<p><b>Marca:</b> BetteraJ</p> <p><b>Modelo:</b> BJRI01</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo uhf pasiva de gama media lector integrado</li> <li>• Dimensiones: 235x235x57mm/260x260x45mm</li> <li>• Peso neto: 900g</li> <li>• Temperatura de almacenamiento: -25 ~ +80&amp; deg; c</li> <li>• El suministro de energía: +dc 9v( equipado con adaptador de corriente)</li> <li>• Rango de frecuencia: 902-928mhz( fcc), 865-868mhz( ce)</li> <li>• ProtocolosEtiquetas: iso18000-6b, iso18000-6c/gen2 epc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaz: Rs232/uart, rs485, wiegand26/34</li> <li>• Indicador de el zumbador</li> <li>• Modo de trabajo: fhss salto y de frecuencia fija</li> <li>• El código de la muestra a fin de facilitar aún más el desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de funcionamiento: -10 ~ +60&amp; deg; c</li> <li>• No soporta altas temperaturas</li> <li>• Vehículo en movimiento la velocidad 80km/h</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antena Piedra: en dbi 8 polarizada circularmente antena</li> <li>• Rango de lectura: 6m, etiquetas y dependiente de medio ambiente</li> <li>• Modo de lectura: Activo, respuesta, gatillo de modo de trabajo, el software programable.</li> </ul>		
<p><b>Marca:</b> CF</p> <p><b>Modelo:</b> CF-RH320</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lector de tarjetas de proximidad / tags de 125 kHz.</li> <li>• Conectores tipo pin, ideal para ser integrado en dispositivos.</li> <li>• Conexiones: Clock&amp;Data mag stripe TTL serie y RS-232.</li> <li>• Configuración multilectura. Verificación que un tag o tarjeta sigue en el campo realizando múltiples lecturas.</li> <li>• Drivers: controles OCX de Windows</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo coste y tamaño reducido</li> <li>• Rango de lectura: de 5 a 7 cm.</li> <li>• Encapsulado estanco y resistente.</li> <li>• También disponible la programación con comandos ASCII</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lector de RF encapsulado y estanco de dimensiones reducidas.</li> </ul>
<p><b>Marca:</b> UNITOPTEK</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaz: usb a toda velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte del sistema operativo:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corta distancia de lectura de tarjetas inteligentes.</li> </ul>

<p><b>Modelo:</b> UTK-RWIC01</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia de funcionamiento: Hasta 50 mm( depende de la etiqueta de tipo)</li> <li>• Suministro de voltaje: regulada 5v dc</li> <li>• Temperatura de funcionamiento: 0-50°C</li> <li>• Frecuencia de funcionamiento: Mhz 13.56</li> <li>• Interfaz de tarjeta inteligente de apoyo: Iso-7816 clase a, b y c( 5v, 3v, 1.8v)</li> <li>• Tipo iso-14443&amp; un b, mifare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Win xp x64, ganar x64 vista, ganar 7 x64, windows server 2003 x64, windows server 2008 x64, windows server 2008 r2 x64, mac, linux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento erróneo en condiciones de temperaturas altas.</li> </ul>
<p><b>Marca:</b> Transit</p> <p><b>Modelo:</b> PS720</p> 	<p>Frecuencia operativa: 2,4384 – 2,457 GHz</p> <p>Peso: 9,9 libras (4,5 kg)</p> <p>Alcance de detección: hasta 33 pies (10 m)</p> <p>Rango de temperatura operativa: -22°F.+158°F (-30 a 80°C)</p> <p>Clase de protección: IP65</p>	<p>Sintonía silenciosa para ajustar el alcance de la lectura</p> <p>Interfaz aérea encriptada (Norma de encriptación propietaria NEDAP)</p> <p>Incluye accesorios para montarlo en la pared</p>	<p>No soporta temperaturas superiores a 80°C</p>

	<p>Velocidad del objeto: hasta 125 mph (200 kph) a la distancia apropiada</p> <p>Alimentación: 22..30 VCC, máx. 1A</p> <p>Entrada: 1 contacto seco o TTL</p> <p>Salida de relé: 1 salida de relés (NA, Común, NC)</p> <p>Salida: Wiegand, código de barras y Omron</p> <p>Salida de la antena: 120 KHz</p> <p>Conexión de la antena: 1 conexión de antena inductiva externa opcional</p> <p>Interfaces: RS232, RS422, Profibus DP, TCP/IP</p>	<p>Protocolo de comunicaciones: CR/LF, DC2/DC4, TCP/IP, Profibus DP</p>	
--	---	---	--

**Elaborado por:** Investigador

En la presente tabla 6.36 podemos descartar el uso de tres lectores de tarjetas inteligentes, las cuales no presentan las ventajas necesarias para su implementación, ya que al ser utilizados en transportes urbanos, deben de tener una recepción de señal a una velocidad permitida para el conductor.

Además hay que tener en cuenta que el lector de tarjetas inteligentes que vamos a escoger debe poseer varios aspectos importantes como es la temperatura y la carcasa de la que se encuentra compuesta, ya que, se encontrará en lugares externos.

Todos estos factores los cumple el lector de tarjeta inteligente LECTOR PS720 de marca TRANSIT. Sus características se puede observar en el Anexo .

- **Equipo Amplificador de señal RFID**

Es aconsejable utilizar también un amplificador de la señal RFID que nos proporcionan la misma empresa para mejorar la calidad de servicio de nuestra propuesta. Anexo 4

**c) Elección de Convertidores de RS-232 a WI-FI (Estándar 802.11 n)**

A continuación en la tabla 6.37 Se analizará el mejor convertidor de RS-232 a WI-Fi necesario para la comunicación en todos los puntos de control.

**Tabla 6.37** Elección de convertidor de RS-232 a WIFI

<b>CONVERTIDOR DE RS-232 A WIFI</b>			
<b>TIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<p><b>Marca:</b> WTZnet</p> <p><b>Modelo:</b> WIZ6000</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Frequency Range:</b> 2.412~2.484GHz</li> <li>• <b>Output Power:</b> (Tolerance(+/-1dBm) 802.11b 15dBm@11Mbps (Max 10mW / 1MHz) 802.11g 5dBm@6~54Mbps (Max</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RS-232, RJ-45 y la interfaz inalámbrica estándar 802.11b / g</li> <li>• Funciona como AP, la estación y la puerta de enlace</li> <li>• Velocidad de datos</li> </ul>	<p><b>Temperatura:</b></p> <p>Operación -5°C~20°C</p> <p>Almacenamiento-20°C~35°C</p>

	<p>10mW / 1MHz)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Receive Sensitivity:</b> 802.11b - 65dBm@11Mbps 802.11g - 76dBm@54Mbps</li> <li>• <b>Data Rates:</b> 54Mbps-1Mbps</li> <li>• <b>Modulation Type:</b> 11g OFDM(64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK) 11b DSS(CCK, DQPSK, DBPSK)</li> </ul>	<p>54 Mbps y 20 Mbps Max eficaz de transmisión de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas las funciones de pila de protocolo de red</li> <li>• Construida en el servidor Web y el Programa de Asistente para la configuración</li> <li>• CE, FCC, KCC y certificados</li> </ul>	
<p><b>Marca:</b> Ditecom <b>Modelo:</b> EX-9486C</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tx potencia 11b:</b> máximo 20dBm</li> <li>• <b>Tx potencia 11g:</b> máximo 18dBm</li> <li>• Puertos: 1 puerto RS-232 /422/RS-485 ( auto detección )</li> <li>• <b>RS-232:</b> Rx , Tx , GND.</li> <li>• <b>RS-422:</b> Tx+ , Tx-, Rx+ , Rx- (protegido contra sobretensión)</li> <li>• <b>RS-485:</b> Data+ , Data- (protegido contra sobretensión)</li> <li>• <b>Velocidad:</b> 110 bps a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sensibilidad:</b> - 70dBm @54 Mbps, -85dBm @ 11Mbps</li> <li>• <b>Seguridad:</b> Web 64 bits/128bits, AES, WPA2</li> <li>• <b>Antena:</b> Conector SMA Reverse, 2dBi</li> <li>• <b>Modos de red:</b> Infraestructura, Ad-Hoc LAN (para configuración / hub Ethernet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Distancia:</b> Hasta 100m (@ 12Mbps en áreas abiertas)</li> <li>• <b>Estándar:</b> IEEE 802.11b/g</li> </ul>

	<p>115.2K bps</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Paridad:</b> Ninguna, Par, Impar, Espcio, Marca</li> <li>• <b>Bits de datos:</b> 5.6.7,8</li> <li>• <b>Bits de Stop:</b> 1 , 1.5, 2</li> <li>• <b>Control de flujo:</b> XON/XOFF , RTS / CTS</li> <li>• Aislamiento DE 15kV ESD para todas las señales.</li> <li>• <b>Alimentación:</b> 12Vdc, 1.5A</li> </ul>		
<p><b>Marca:</b> Exemys</p> <p><b>Modelo:</b> SSW-200-42</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta dos puertos seriales RS232-485-422</li> <li>• Seguridad con encriptación WEP y WAP</li> <li>• 4 Entradas y 2 salidas digitales</li> <li>• Estadísticas de uso vía web</li> <li>• Modo Ad-Hoc e Infraestructura</li> <li>• Alimentación 10 a 30 VDC</li> <li>• Túnel Wi-Fi de Puerto Serie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gabinete Industrial Ignífugo. Montaje en Riel DIN.</li> <li>• Recuperación en caso de caída de la comunicación.</li> <li>• Configuración via página Web embebida.</li> <li>• Protección por contraseña.</li> <li>• Incluye Software de búsqueda de dispositivos en red</li> <li>• Trabaja con el estándar IEEE</li> </ul>	<p>Temperatura: -5°C a 70°C</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Túnel Wi-Fi de Entradas y Salidas Reflejadas</li> <li>• Conexión Wi-Fi Punto a Multipunto Serial</li> <li>• Conexión Wi-Fi Punto a Multipunto con WAP</li> </ul>	802.11b/g/n	
<p><b>Marca:</b> Alge Timing</p> <p><b>Modelo:</b> ATC-2000WF</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferta 1 - puerto serial RS-232/422/485</li> <li>• Soporte TCP Server, TCP Client, UDP, Telnet, TFTP, DHCP, SNMP</li> <li>• Modo VENTANAS Support, ofrece software de puerto serie virtual</li> <li>• Protección de la oleada 600W para el puerto serial RS-232/422/485</li> <li>• <b>Tensión de alimentación:</b> 9 V a 36 V CC.</li> <li>• <b>Temperatura de funcionamiento:</b> -40 ° C a +85 ° C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El construido en el servidor web se puede utilizar para la configuración remota, monitoreo y mantenimiento de los dispositivos de serie</li> <li>• Tiempo del perro: 1 segundo reinicio de hardware automática</li> <li>• Red inalámbrica integrada y el Estado del puerto serial pantalla LED</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaz de red 802.11b / g estándar industrial inalámbrico puede conseguir fácil acceso a WLAN a través de tarjeta de red inalámbrica o AP</li> </ul>

**Elaborado por:** Investigador

Con la presente tabla 6.37 Podemos descartar el uso de tres conversores RS-232 a WIFI, las cuales no presentan las ventajas necesarias para la implementación deseada.

Se eligió el conversor RS-232 a WIFI de marca EXEMYS, ya que nos brinda las siguientes cualidades:

- Importante Reducción de Gastos de Instalación
- No hay Tendidos de Cables
- Menores Gastos de Mantenimiento
- Facilidad de Instalación y Puesta en Marcha
- Movilidad.
- Además de contar con el IEEE 802.11 b/g/n

Todas sus características se puede observar en el Anexo 5.

Este conversor trabaja con una antena parabólica para mayor alcance del enlace, sus características de visualiza en el Anexo 6.

Después del estudio antes realizado se obtuvieron los siguientes equipos para nuestra propuesta:

- Tarjeta inteligente COMPAC TAG de marca Transit, con su amplificador de señal TRANSITION BOOSTER de marca Transit.
- Lector PS720 marca Transit.
- Convertidor RS-232 a WIFI SSW-200-42 de marca Exemys, con su antena parabólica de rejilla de marca Exemys.

Todos los equipos antes mencionados constan con características importantes para nuestra propuesta tales como:

- Reducción de gastos de instalación
- Menores gastos de mantenimiento
- Facilidad de instalación
- Transmisión de datos en alta calidad
- Trabajan con el IEEE 802.11 b/g/n

- Soportan altas temperaturas
- Estructura adecuada para lugares externos

## **5. Asignación del tipo de equipos para el Control de Tiempos de las rutas de buses urbanos**

Como conclusión y después del análisis pertinente se puede definir que la tarjeta RFID marca TRANSIT satisface las necesidades y requerimientos de seguridad que se plantea dentro del recorrido de los buses, su fácil uso y durabilidad garantizan el funcionamiento permanente del control de tiempos, para la determinación de esta decisión se tomó en cuenta:

- Al no tener un control de tiempos centralizados se debe tomar el tiempo del recorrido a través de una tarjeta de cartón y de forma manual, lo cual es incómodo para el personal de las distintas cooperativas de buses urbanos.
- La tarjeta RFID es intransferible ya que contiene un código para cada bus urbano, no así con la tarjeta de cartón donde manualmente se puede alterar los datos y obtener información errónea al momento de obtener los reportes.
- Un sistema es costoso y en determinadas condiciones no funciona correctamente a las necesidades de los señores transportistas, ya que por motivos de electricidad se puede obtener fallos repentinos.

Una vez decidido el tipo de identificación y la topología de implementación se dió la búsqueda de los distintos tipos de equipos a utilizar cumpliendo los siguientes parámetros:

- El equipo o dispositivo tecnológico debe contar por lo menos con 2 años de garantía escrita en caso de fallo por defectos de fabricación.
- La empresa distribuidora o importadora debe contar con soporte técnico en caso de fallo de los equipos además de contar con repuestos en caso de deterioro o daño del sistema y contar con soporte telefónico.

- La empresa distribuidora o importadora debe contar con experiencia en equipos dedicados para el control de datos debido a que hay muchas empresas que no prestan buen servicio en caso de daño masivo.
- Los equipos deben ser resistentes al uso diario en especial golpes, polvo, grasa, agua debido a que el uso será externo en postes de luz y hay que tomar en cuenta estas precauciones para alargar la vida útil de los equipos.

#### **6.8.4 Diseño e Implementación**

Una vez definidos los equipos y el tipo de infraestructura que ocupa cada uno, queda establecer la ubicación exacta de cada uno de ellos, además de la configuración y prueba de funcionamiento y su zona de cobertura, a continuación se describe los planos y la ubicación de equipos de control de tiempos y recorridos para cumplir con los objetivos planteados de la propuesta; la ubicación se planteará por áreas con el objetivo de identificar cada uno de sus requerimientos.

#### **6.8.5 Etapas del Proyecto**

Para poder realizar un diseño ordenado se ha dividido al proyecto en dos etapas, las mismas que se describiendo con mayor detalle a continuación.

1. Estación Base o de Control
2. Dispositivos Remotos

#### **6.9 Estación Base o de Control**

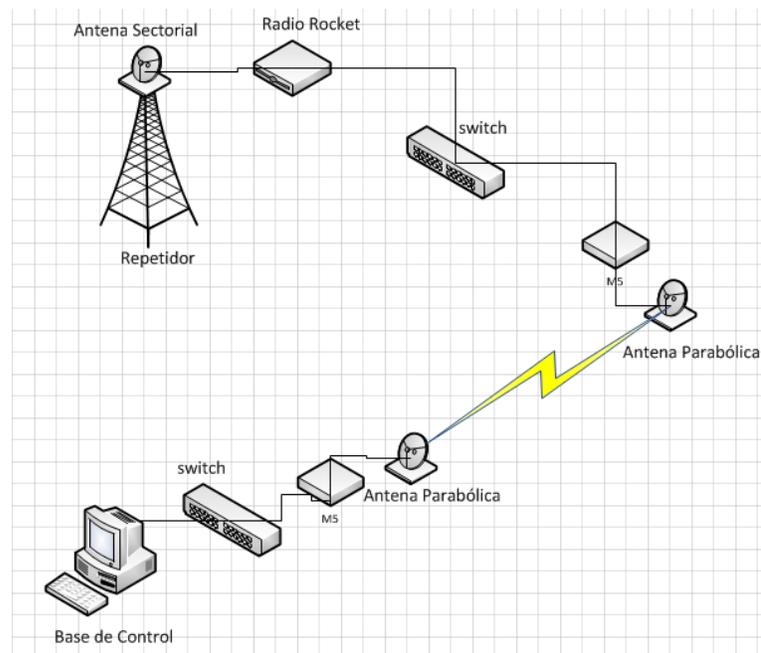
La estación base o de control es la encargada de realizar las operaciones disponibles en la propuesta, como son el control de tiempos de recorridos de los buses según sus rutas destinadas, de forma remota a través de la red de comunicaciones y utilizando para ello tramas especiales.

La Estación Base se encuentra ubicada en un lugar estratégico donde la comunicación inalámbrica sea entre los repetidores y ésta sea la más adecuada, la misma que se encuentra formada por:

- Una Antena Sectorial Airmax-Ubiquiti de 120°, que por sus características técnicas como se observa en el Anexo 7 nos ayudará a recuperar de manera ordena la información que se enviará por cada enlace ya que su función se basa en un Array.
- Tres Radios Rocket M5 Airmax-Ubiquiti, por ser equipos que poseen gran recepción y robustos, además que trabajan como estación base directamente con su Antena Airmax-Ubiquiti. Sus características técnicas se hallan en el Anexo 8.
- Dos Switches SF-100D marca Cisco de 8 puertos, con el propósito de resolver problemas de rendimiento de la red, acelerar la salida de paquetes y reducir tiempos de espera de la información. Este switch a sido elegigo gracias a las características técnicas que posee como se puede observar en el Anexo 9 y por ser una marca que nos brinda mayor seguridad en sus equipos.
- Dos Antenas Parabólicas Rocket, para la transmisión inalámbrica desde el repetidor hacia la estación base, trabajan junto con los Radios Rocket M5, sus características técnicas se indica en el Anexo 8.
- Una Computadora que recibirá la información dentro de una base de datos.

La comunicación que se realizará desde cada uno de los puntos de control hacia los repetidores es Punto-Multipunto y la comunicación desde cada uno de los repetidores hacia la estación base será Punto a Punto.

Estos componentes se pueden observar en la figura 6.30



**Figura 6.30** Componentes de la Estación Base  
**Elaborado por:** Investigador

## 6.10 Ubicación de los Puntos de Control

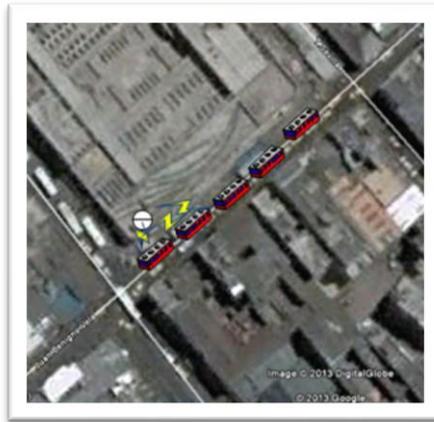
Para obtener mejores resultados en nuestro diseño, se ha tomado en cuenta 12 puntos de control alrededor de toda la parte urbana de la ciudad de Ambato.

A continuación se decidirá el lugar preciso para instalar el lector de acorde a los siguientes parámetros:

- El lector de tarjetas inteligentes debe ir colocado en un lugar alto para que no exista manipulación inadecuada de la mano del hombre.
- Debe estar ubicado en lugares concurridos por donde tengan recorridos varios buses de las distintas cooperativas.
- El lector puede ubicarse también en paradas estratégicas de cada una de las diferentes cooperativas si es necesario.
- Se debe ubicar el lector en lugares donde se pueda controlar tanto la ruta de ida como la ruta de vuelta.

Basándonos en los parámetros mencionados anteriormente se concluyó que los lectores deben ir en los siguientes lugares:

- El primer lector de tarjetas inteligentes se ubicará en las calles Juan Benigno Vela y Eugenio Espejo, sector Mercado Modelo; como se indica en la Figura 6.31.



**Figura 6.31** Lector sector Mercado Modelo  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El segundo lector RFID se encontrará ubicado en las calles Doce de Noviembre y Urdaneta, sector Parque 12 de Noviembre como se observa en la Figura 6.32.



**Figura 6.32** Lector sector Parque 12 de Noviembre  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El tercer lector de TAGS se situará en la Av. Atahualpa y la calle Julio Jaramillo Laurido, sector Redondel Huachi Chico como se indica en la Figura 6.33.



**Figura 6.33** Lector sector Redondel Huachi Chico  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El cuarto lector de tarjetas inteligentes se encontrará en la Av. Quiz- Quiz y calle Urdaneta, sector Quiz - Quiz como se indica en la Figura 6.34.



**Figura 6.34** Lector sector Quiz - Quiz  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El quinto lector de tarjetas inteligentes se encontrará en las calles Chile y Colombia, sector Ingahurco; como se indica en la Figura 6.35.



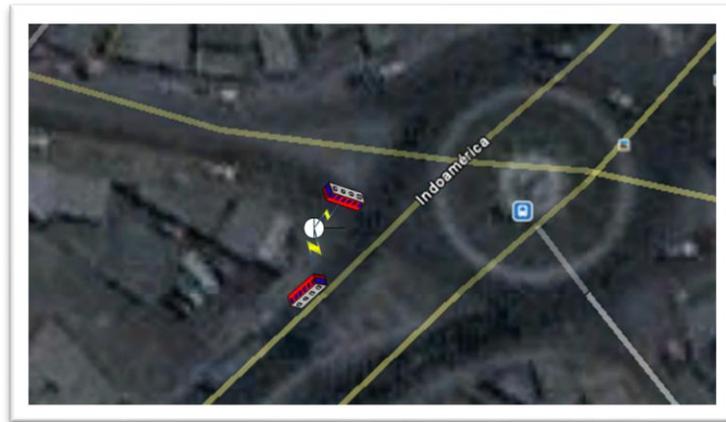
**Figura 6.35** Lector sector Ingahurco  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El sexto lector de tarjetas inteligentes se encontrará en la Av. El Cóndor y Calle Caraburo, sector Mercado América como se indica en la Figura 6.36.



**Figura 6.36** Lector sector Mercado América  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El séptimo lector de tarjetas inteligentes se encontrará en las calles Pedro Vásconez e Indoamérica, sector Izamba como se indica en la Figura 6.37.



**Figura 6.37** Lector sector Izamba  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El octavo lector de tarjetas inteligentes se encontrará en la Av. Los Andes y calle Sangay, sector Los Andes como se indica en la Figura 6.38.



**Figura 6.38** Lector sector Los Andes  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El noveno lector de tarjetas inteligentes se encontrará en la Av. Bolivariana y la calle Galo Vela Álvarez, sector Colegio Guayaquil como se indica en la Figura 6.39.



**Figura 6.39** Lector sector Policía  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El décimo lector de tarjetas inteligentes se encontrará en la Av. Iberoamérica y calle Buenos Aires, sector Península como se indica en la Figura 6.40.



**Figura 6.40** Lector sector Península  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El Décimo primer lector de tarjetas inteligentes se encontrará en las calles La delicia y Mirabeles, sector La Delicia como se indica en la Figura 6.41.



**Figura 6.41** Lector sector La Delicia  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

- El décimo segundo lector de tarjetas inteligentes se encontrará en la Av. Quiz-Quiz y calle Cádiz, sector Cdla. España como se indica en la Figura 6.42.



**Figura 6.42** Lector sector Cdla. España  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

### **6.10.1 Determinación de Coordenadas Geográficas**

En la siguiente Tabla 6.38 se indicará las coordenadas geográficas donde irán ubicados los Lectores de Tarjetas Inteligentes RFID.

**Tabla 6.38** Coordenadas Geográficas de los sectores donde se ubicarán los Lectores RFID

<b>N.-</b>	<b>SECTOR</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
1	Mercado Modelo	1°14'27.61'' S	78°37'29.95'' O
2	Parque 12 de Noviembre	1°14'35.87'' S	78°37'33.72'' O
3	Redondel Huachi Chico	1°16'30.23'' S	78°37'48.30'' O
4	Quiz - Quiz	1°14'38.22'' S	78°37'29.93'' O
5	Ingahurco	1°14'02.47'' S	78°37'01.43'' O
6	Mercado América	1°16'02.47'' S	78°36'36.41'' O
7	Izamba	1°13'34.58'' S	78°35'52.48'' O
8	Los Andes	1°14'24.72'' S	78°37'23.35'' O
9	Colegio Guayaquil	1°15'29.03'' S	78°36'51.02 O
10	Península	1°14'11.53'' S	78°36'18.32'' O
11	La Delicia	1°14'21.98'' S	78°37'55.99'' O
12	Clda. España	1°15'16.03'' S	78°38'12.68'' O

**Elaborado por:** Investigador utilizando Google Earth

### **6.10.2 Determinación del lugar estratégico donde se ubica la Base de Control**

#### **Principal**

Por disposición de las Cooperativas de buses urbanos la base de control debe ser ubicada en:

- Lugar con seguridad permanente

- Centro de la ciudad de Ambato
- Preferiblemente dentro de una Cooperativa de buses urbanos

De acuerdo con las indicaciones antes mencionadas se escogió la Cooperativa Tungurahua, ya que su institución se encuentra dentro de un edificio que consta con vigilancia privada, su ubicación es en el centro de la ciudad de Ambato; exactamente en las calles Cuenca y Mariano Castillo como se indica en la siguiente Figura 6.43



**Figura 6.43** Base de Control

**Elaborado por:** Investigador utilizando Google Earth

Las Coordenadas geográficas de nuestro punto de la Base de Control se puede observar en la tabla 6.39

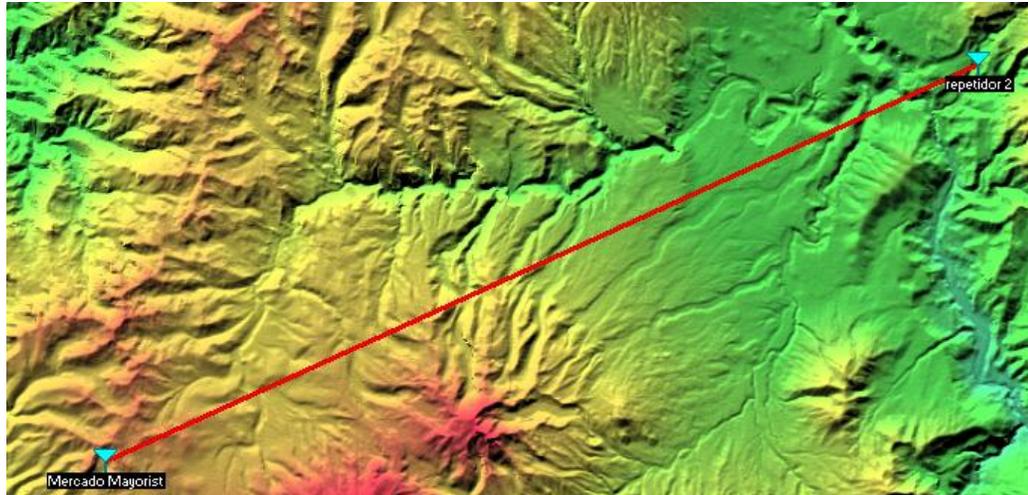
**Tabla 6.39** Coordenadas Geográficas de la Base de control

N.-	SECTOR	LATITUD	LONGITUD
1	Cooperativa Tungurahua	1°14'27.39'' S	78°37'51.66'' O

**Elaborado por:** Investigador utilizando Google Earth

### 6.10.3 Desarrollo de simulación desde los puntos de Control hacia la Base de Control principal, utilizando el software Radio Mobile

Con el fin de apoyar el estudio de los enlaces, se utiliza un simulador de radioenlaces, de esta forma se obtendrá datos y gráficas adicionales. El programa que se utilizó fue Radio Mobile Version 11.4.2. Como se muestra en la figura 6. 44



**Figura 6.44.** Diagrama del enlace completo realizado con Radio Mobile  
**Elaborado por:** El Investigador

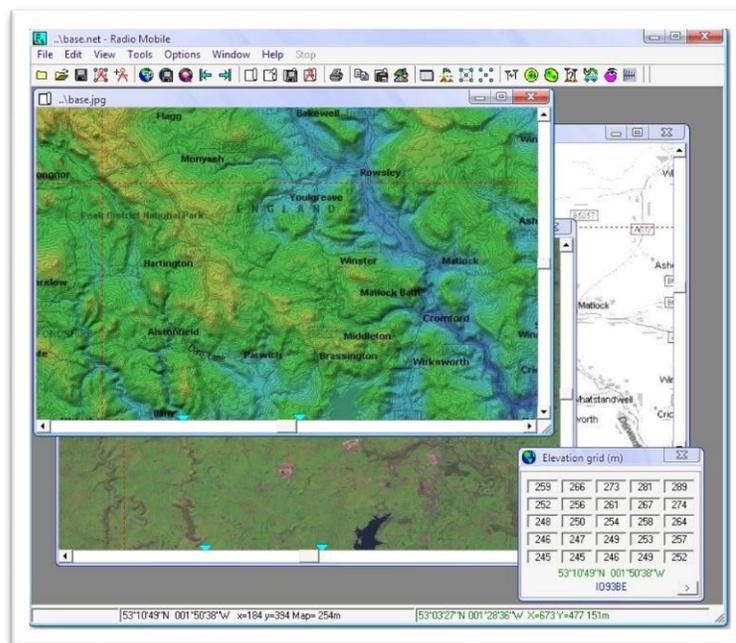
Radio Mobile es un software de libre distribución para el cálculo de radio enlaces de larga distancia en terreno irregular. Para ello utiliza perfiles geográficos combinados con la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que quieren simularse.

Este software implementa con buenas prestaciones el modelo Longley-Rice, modelo de predicción troposférica para transmisión radio sobre terreno irregular en enlaces de largo-medio alcance. Además de tener múltiples utilidades de apoyo al diseño y simulación de los enlaces y las redes de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados.

RadioMobile utiliza para la evaluación de los enlaces, el perfil geográfico de las zonas de trabajo. La obtención de estos mapas puede realizarse directamente desde una opción del software que permite descargarlos de Internet.

Al igual que el modelo de propagación en el que se basa, permite trabajar con frecuencias entre los 20MHz y 40GHz y longitudes de trayecto de entre 1 y 2000 Km.

En la Figura 6.45 se encuentra indicando la interfaz principal del simulador de enlaces Radio Mobile.



**Figura 6.45** Interfaz gráfica del simulador Radio Mobile  
**Elaborado por:** Investigador con Radio Mobile

**a) Perfiles de los Terrenos de los Radioenlaces (Software Radio Mobile)**

Cabe recalcar que en nuestros enlaces se a utilizados 2 repetidores, ya que, por motivos de distancia se encontraba demasiados obstáculos; por tal motivo se tomó como referencia los siguientes repetidores con sus respectivas coordenadas, como se muestra en la tabla 6. 40

El primer repetidor se encuentra ubicado en Pinllo, cerca del Monumento a la Primera Imprenta como se muestra en la figura 6.46



**Figura 6.46** Repetidor Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador con Google Earth

El segundo repetidor se encuentra ubicado en Atahualpa, en Cóndor Mirador como se muestra en la figura 6.47



**Figura 6.47** Repetidor Atahualpa  
**Elaborado por:** Investigador con Google Earth

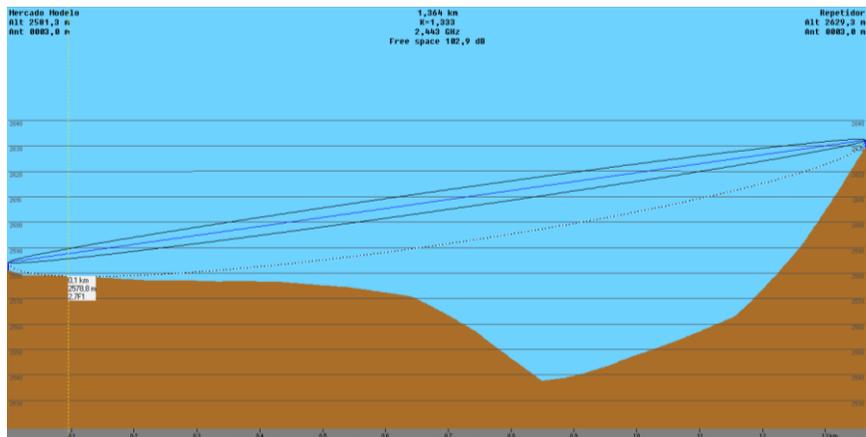
**Tabla 6.40** Coordenadas Geográficas de Puntos Repetidores

<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE PUNTOS REPETIDORES</b>		
<b>SECTOR</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
Pinllo	1�14'17.6''	78�38'12.9''
Atahualpa	1�13'1.4''	78�36'56.7''

**Elaborado por:** Investigador

- **Mercado Modelo a Pinllo**

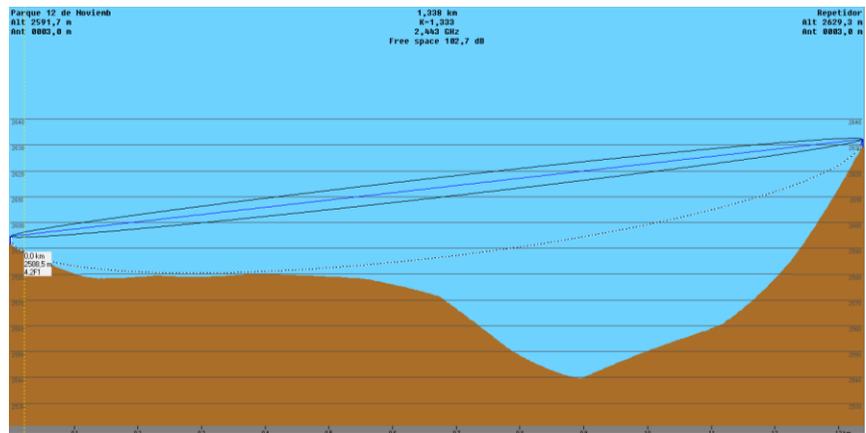
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.48.



**Figura 6.48.** Perfil del terreno Mercado Modelo a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Parque 12 de Noviembre a Pinllo**

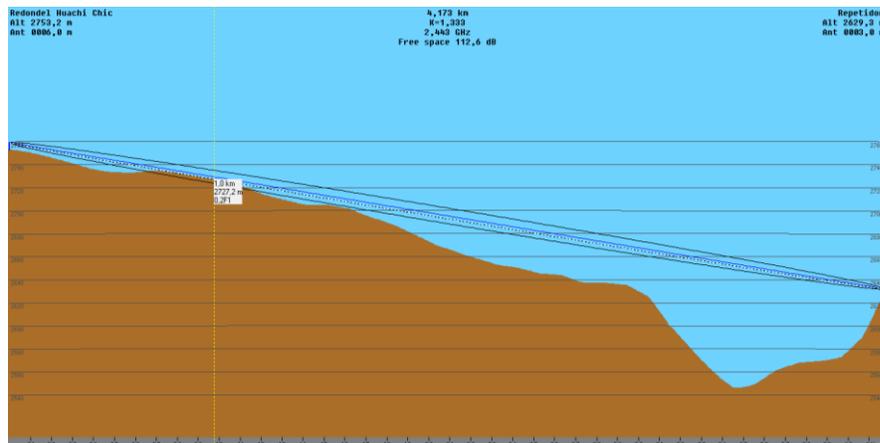
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.49.



**Figura 6.49.** Perfil del terreno Parque 12 de Noviembre a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Redondel Huachi Chico a Pinllo**

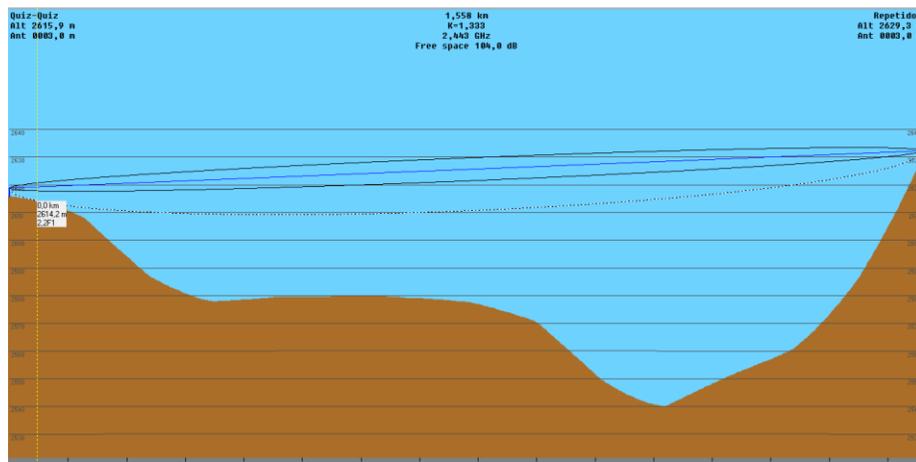
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.50.



**Figura 6.50.** Perfil del terreno Redondel Huachi Chico a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- Quiz-Quiz a Pinllo

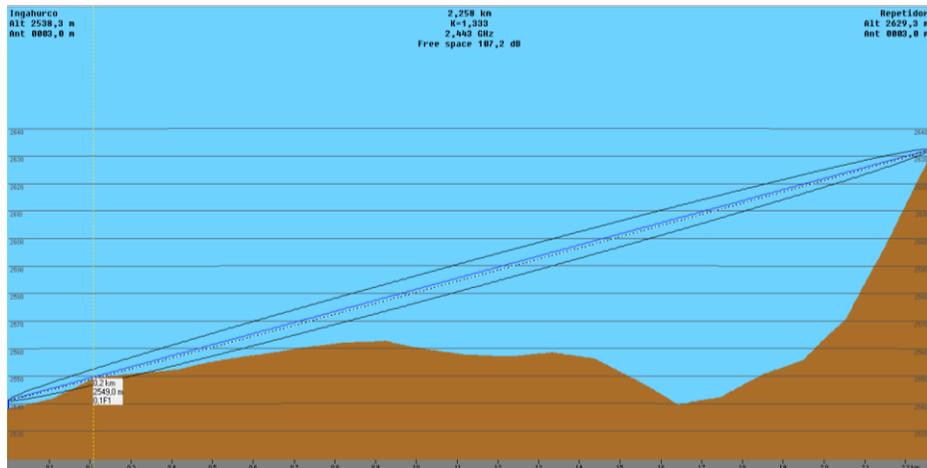
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.51.



**Figura 6.51.** Perfil del terreno Quiz-Quiz a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- Ingahurco a Pinllo

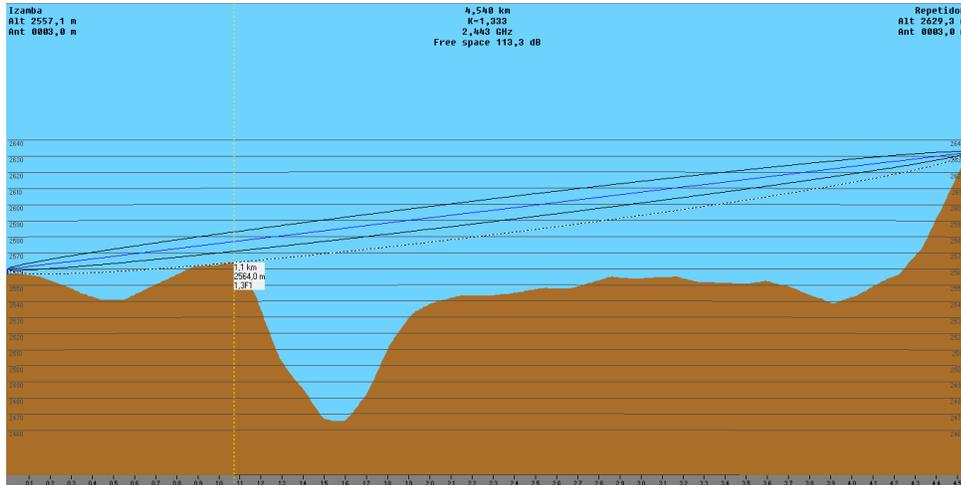
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.52.



**Figura 6.52.** Perfil del terreno Ingahurco a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Izamba a Pinllo**

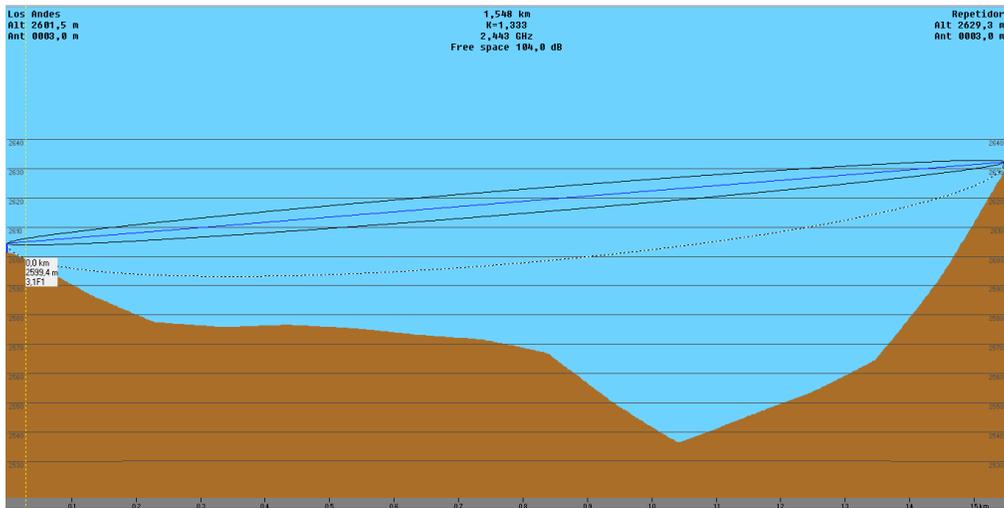
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.53.



**Figura 6.53.** Perfil del terreno Izamba a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Los Andes a Pinllo**

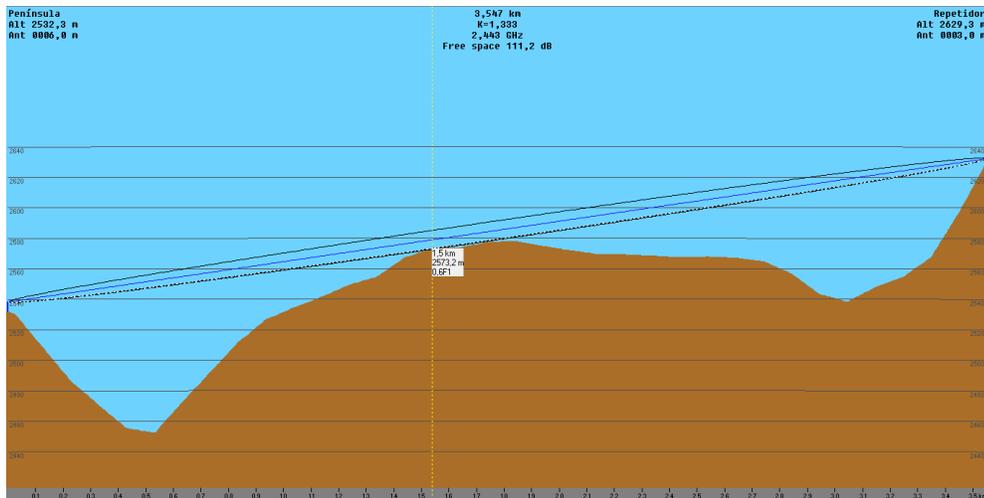
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.54.



**Figura 6.54.** Perfil del terreno Los Andes a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Península a Pinllo**

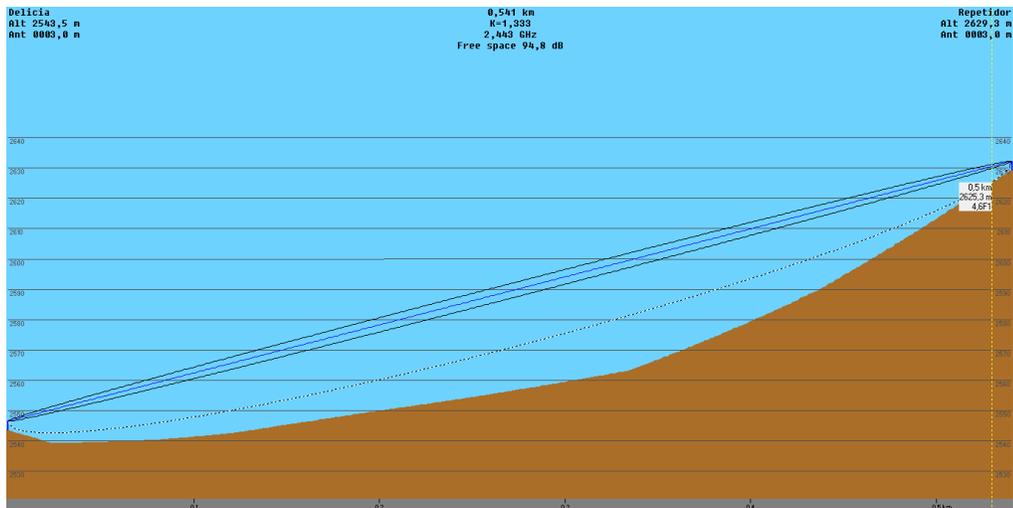
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.55.



**Figura 6.55.** Perfil del terreno Península a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Delicia a Pinllo**

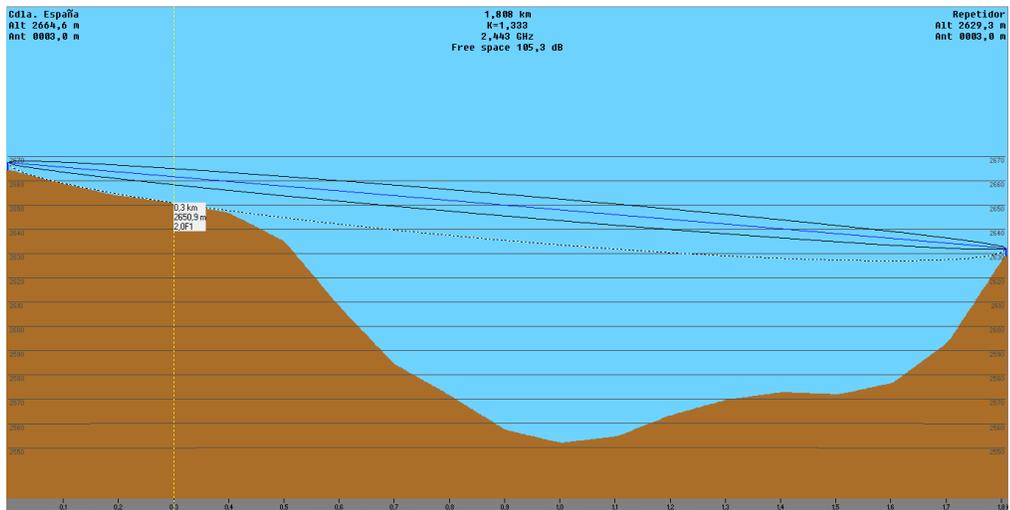
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.56.



**Figura 6.56.** Perfil del terreno Delicia a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Cdla. España a Pinllo**

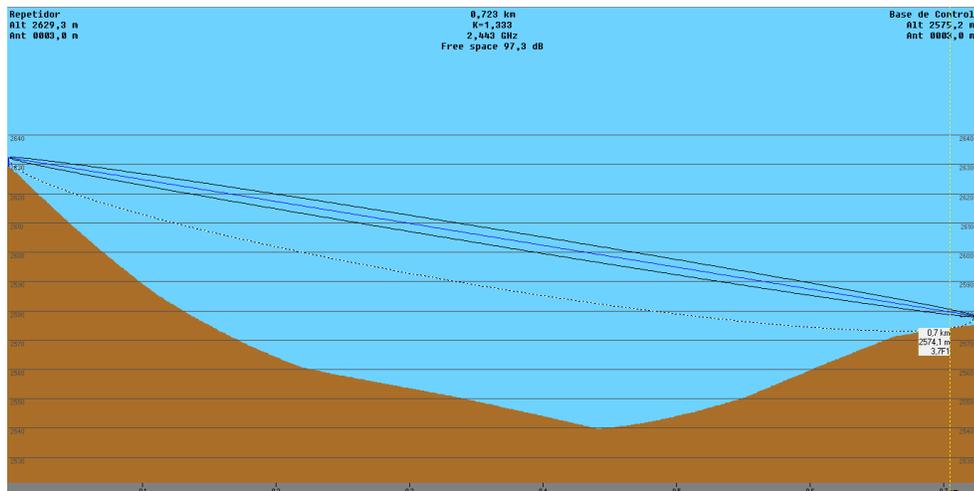
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.57.



**Figura 6.57.** Perfil del terreno Cdla. España a Repetidor 1  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Pinllo a Base de Control**

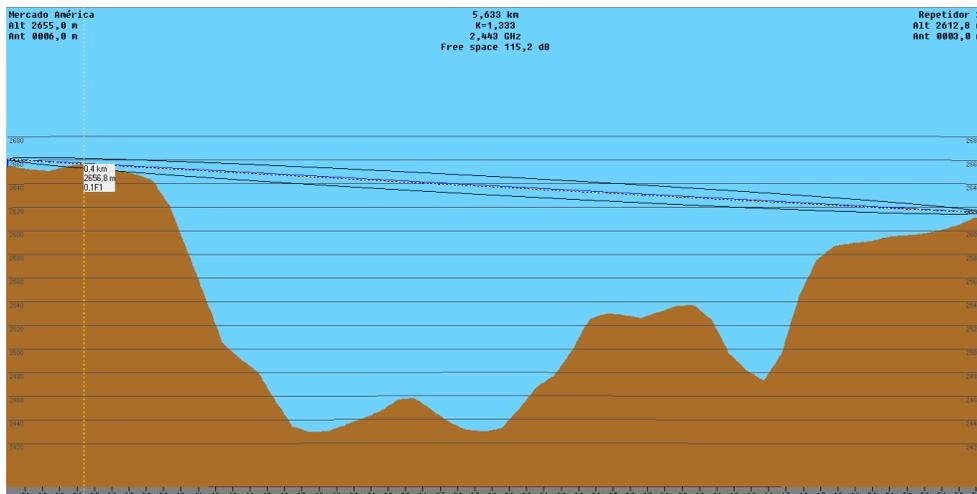
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.58.



**Figura 6.58.** Perfil del terreno Repetidor 1 a Base de Control  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

- **Mercado América a Atahualpa**

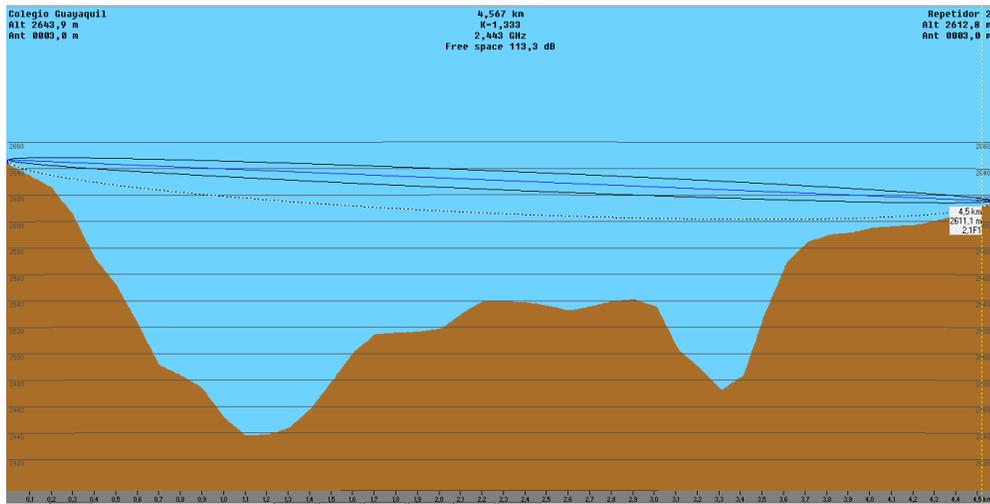
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.59.



**Figura 6.59.** Perfil del terreno Mercado América a Repetidor 2  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

- **Colegio Guayaquil a Atahualpa**

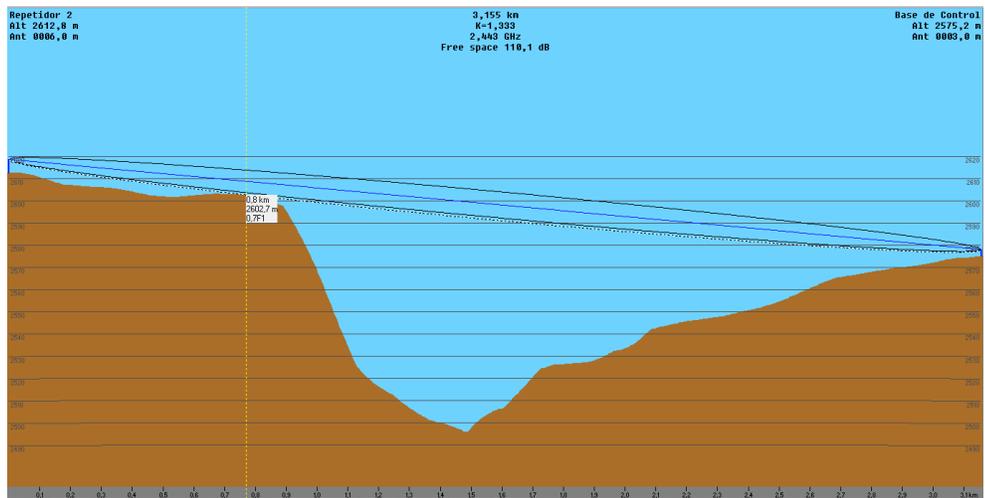
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.60.



**Figura 6.60.** Perfil del terreno Colegio Guayaquil a Repetidor 2  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Atahualpa a Base de Control**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.61.



**Figura 6.61.** Perfil del terreno Repetidor 2 a Base de Control  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

## b) Enlaces utilizando la aplicación Google Earth

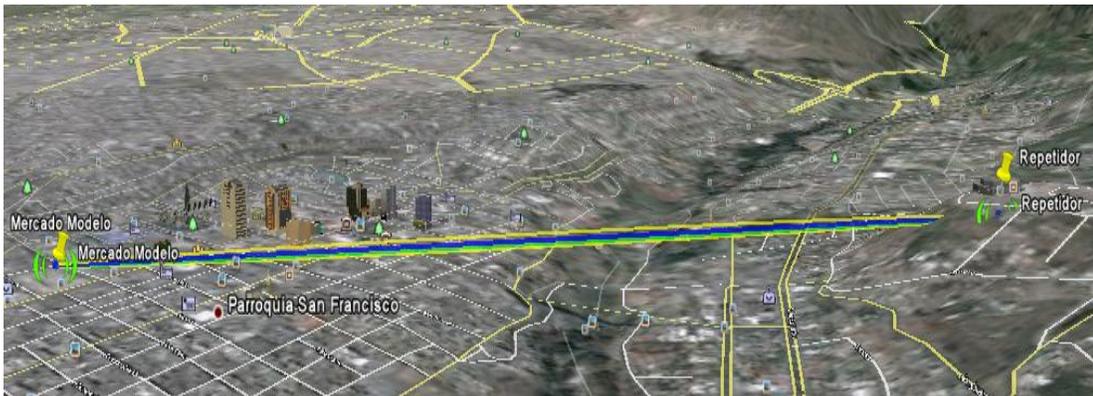
Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. El programa fue creado bajo el nombre de *EarthViewer 3D* por la compañía Keyhole Inc, financiada por la Agencia Central de Inteligencia. La compañía fue comprada por Google en 2004 absorbiendo el programa. El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por Imagen satelital, fotografía aérea, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por ordenador. El programa está disponible en varias licencias, pero la versión gratuita es la más popular, disponible para móviles, tablets y PC's.

La primera versión de Google Earth fue lanzada en 2005 y actualmente está disponible en PC's para Windows, Mac y Linux. Google Earth también está disponible como plugin para visualizarse desde el navegador web

Además permite realizar simulaciones de enlace mediante la comunicación con el software Radio Mobile, ayudándonos de esta forma a revisar nuestro correcto estudio.

- **Mercado Modelo a Pinllo**

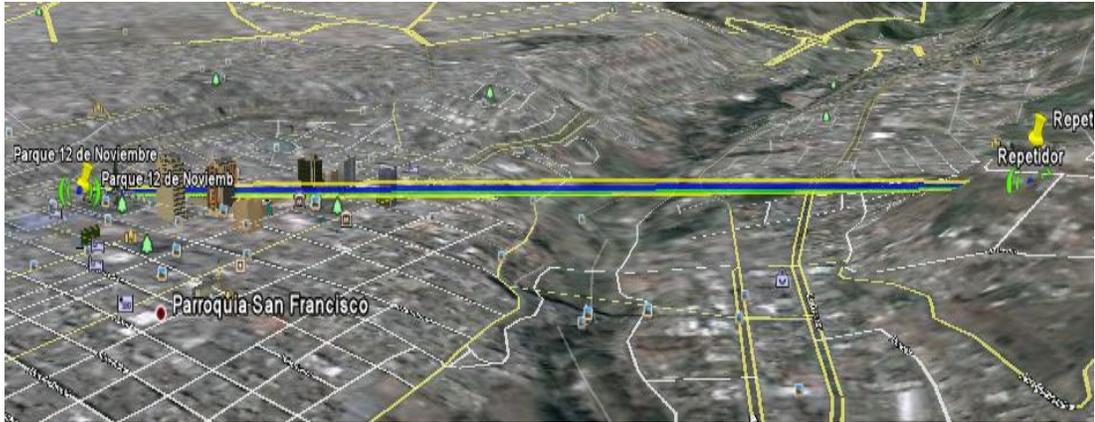
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.62.



**Figura 6.62.** Perfil del terreno Mercado Modelo a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Parque 12 de Noviembre a Pinllo**

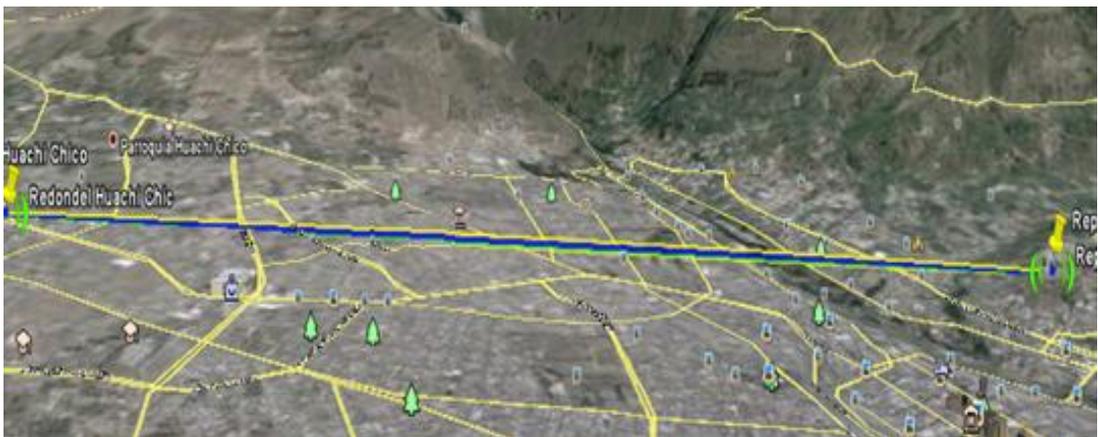
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.63.



**Figura 6.63.** Perfil del terreno Parque 12 de Noviembre a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Redondel Huachi Chico a Pinllo**

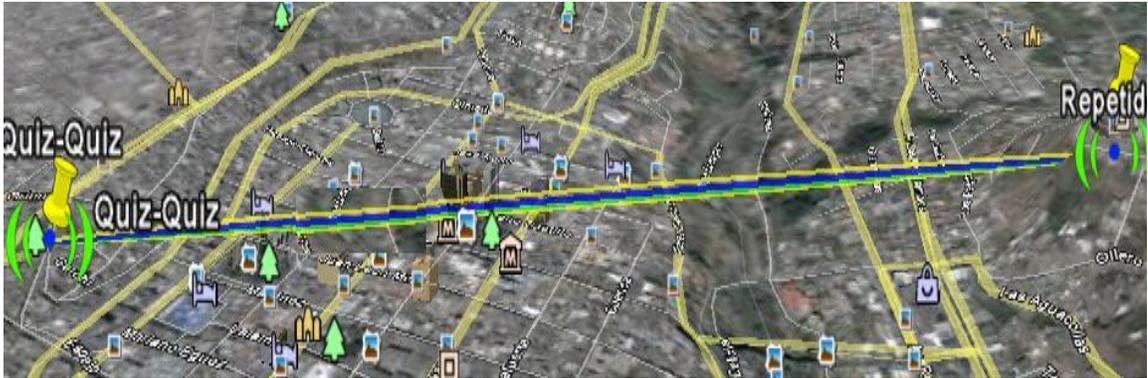
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.64.



**Figura 6.64.** Perfil del terreno Redondel Huachi Chico a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Quiz-Quiz a Pinllo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.65.



**Figura 6.65.** Perfil del terreno Quiz-Quiz a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Ingahurco a Pinllo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.66.



**Figura 6.66.** Perfil del terreno Ingahurco a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Izamba a Pinllo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.67.



**Figura 6.67.** Perfil del terreno Izamba a Pinlo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Los Andes a Pinlo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.68.



**Figura 6.68.** Perfil del terreno Los Andes a Pinlo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Península a Pinlo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.69.



**Figura 6.69.** Perfil del terreno Península a Pinlo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Delicia a Pinlo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.70.



**Figura 6.70.** Perfil del terreno Delicia a Pinlo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Cdla. España a Pinlo**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.71.



**Figura 6.71.** Perfil del terreno Cda. España a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Pinllo a Base de Control**

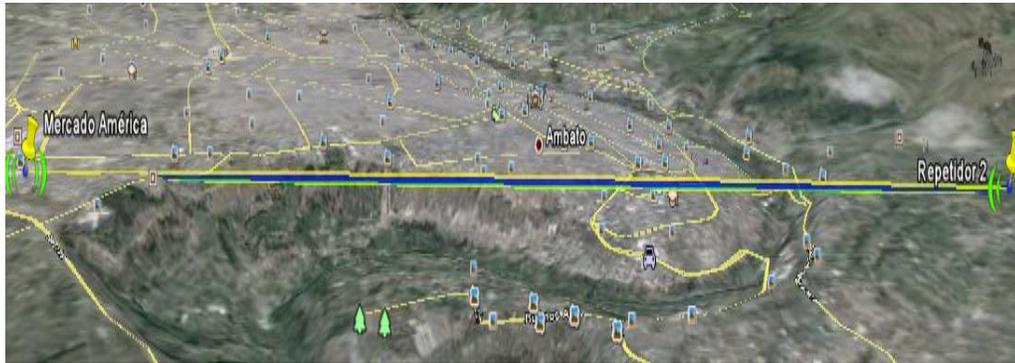
El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.72.



**Figura 6.72.** Perfil del terreno Pinllo a Base de Control  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Mercado América a Atahualpa**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.73.



**Figura 6.73.** Perfil del terreno Mercado América a Atahualpa  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Colegio Guayaquil a Atahualpa**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.74.



**Figura 6.74.** Perfil del terreno Colegio Guayaquil a Atahualpa  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

- **Atahualpa a Base de Control**

El perfil del terreno del radioenlace se presenta en la Figura 6.75.



**Figura 6.75.** Perfil del terreno Atahualpa a Base de Control  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Google Earth

**c) Cálculos del Enlace**

- **Mercado Modelo a Pinlo**

<b>DATOS</b>	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	1,36 Km

✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 1,36$$

$$\underline{\underline{A_0 = 102,67\text{dB}}}$$

✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 1,36 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{\underline{FM = -39,46\text{dB}}}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 102,67 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -38,67 \text{ dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -38,67 - (-104)$$

$$\underline{MU = 65,33 \text{ dBm}}$$

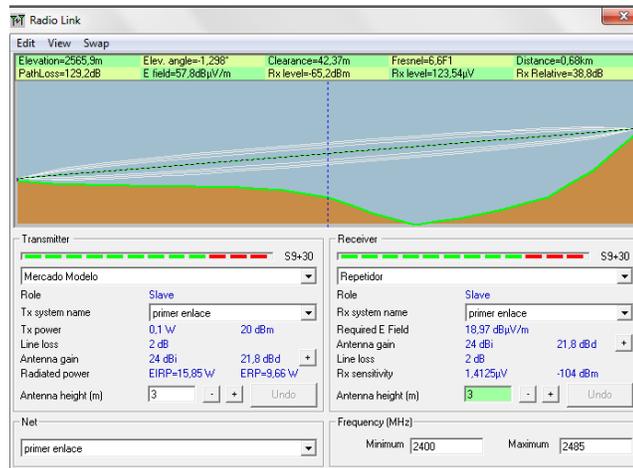
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 1,36 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-39,46)/10]}$$

$$\underline{R = 0,999}$$

### SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.76.** Perfil del terreno Mercado Modelo a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- Parque 12 de Noviembre a Pinllo

DATOS	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	1,34 Km

- ✓ Pérdida en el espacio libre

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 1,34$$

$$\underline{A_0 = 102,55\text{dB}}$$

- ✓ Margen de desvanecimiento

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 1,34 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -39,65\text{dB}}$$

- ✓ Potencia de recepción disponible

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 102,55 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -38,55\text{dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad} \text{ Ecuación 6.14}$$

$$MU = -38,55 - (-104)$$

$$\underline{MU = 65,45\text{dBm}}$$

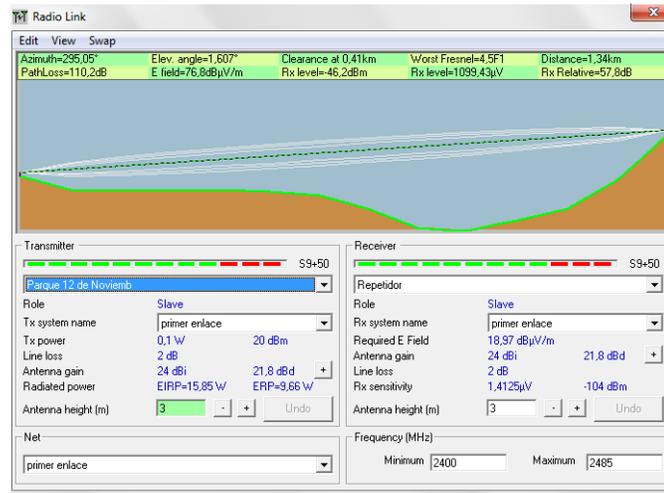
- ✓ Cálculo de la confiabilidad real del enlace

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R=1-10^{[3\log 1,34 + \log 6(1/4*1/8*2,4) -7-(-39,65)/10]}$$

$$\underline{\underline{R=0.999}}$$

## SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.77.** Perfil del terreno Parque 12 de Noviembre a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Redondel Huachi Chico a Pinllo**

<b>DATOS</b>	
<b>Potencia de Transmisión</b>	20 dBm
<b>Sensibilidad</b>	-104dBm
<b>Frecuencia central (f)</b>	2442 MHz = 2,4 GHz
<b>Ganancia de la antena</b>	24 dBi
<b>Atenuación por cable de baja pérdida</b>	2 db
<b>Branching(AB)</b>	0
<b>Distancia del enlace (D)</b>	4,17 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 4,17$$

$$\underline{\underline{A_0 = 112,41\text{dB}}}$$

- ✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 4,17 + 10 \log (6 \cdot 1/4 \cdot 1/8 \cdot 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -24,86dB}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 112,41 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -48,41dBm}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -48,41 - (-104)$$

$$\underline{MU = 55,59dBm}$$

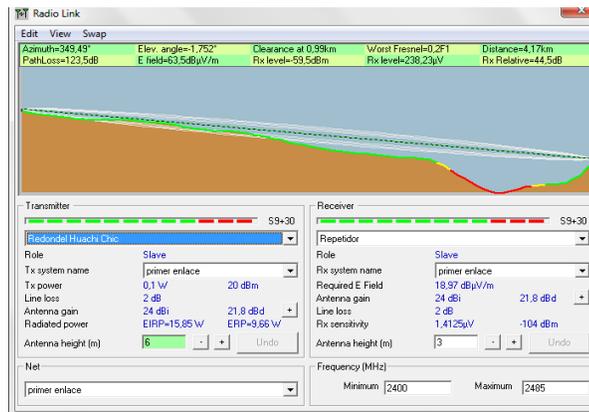
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 4,17 + \log 6(1/4 \cdot 1/8 \cdot 2,4) - 7 - (-24,86)/10]}$$

$$\underline{R = 0,999}$$

**SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE**



**Figura 6.78.** Perfil del terreno Redondel Huachi Chico a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- Quiz-Quiz a Pinllo

DATOS	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	1,56 Km

- ✓ Pérdida en el espacio libre

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 1,56$$

$$\underline{A_0 = 103,87\text{dB}}$$

- ✓ Margen de desvanecimiento

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 1,56 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -37,67\text{dB}}$$

- ✓ Potencia de recepción disponible

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 103,87 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -39,87\text{dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad} \text{ Ecuación 6.14}$$

$$MU = -39,87 - (-104)$$

$$\underline{MU = 64,13\text{dBm}}$$

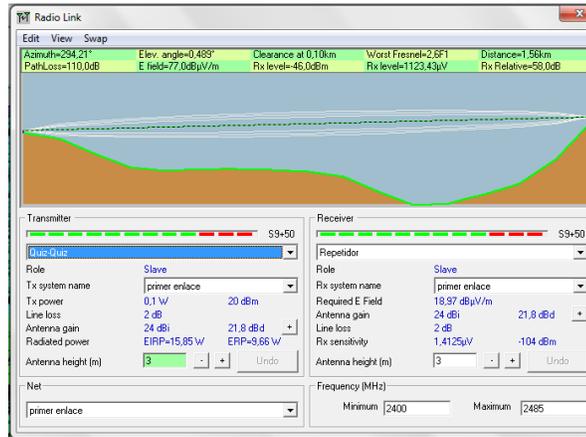
- ✓ Cálculo de la confiabilidad real del enlace

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R=1-10^{[3\log 1,56 + \log 6(1/4*1/8*2,4) -7-(-37,87)/10]}$$

$$\underline{\underline{R=0.999}}$$

## SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.79.** Perfil del terreno Quiz - Quiz a Pinllo  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

- **Ingahurco a Pinllo**

<b>DATOS</b>	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	2,25 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 2,25$$

$$\underline{\underline{A_0 = 107,05\text{dB}}}$$

✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 2,25 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{\underline{FM = -32,90\text{dB}}}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 107,05 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{\underline{P_{RX} = -43,05\text{dBm}}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad} \text{ Ecuación 6.14}$$

$$MU = -43,05 - (-104)$$

$$\underline{\underline{MU = 60,95\text{dBm}}}$$

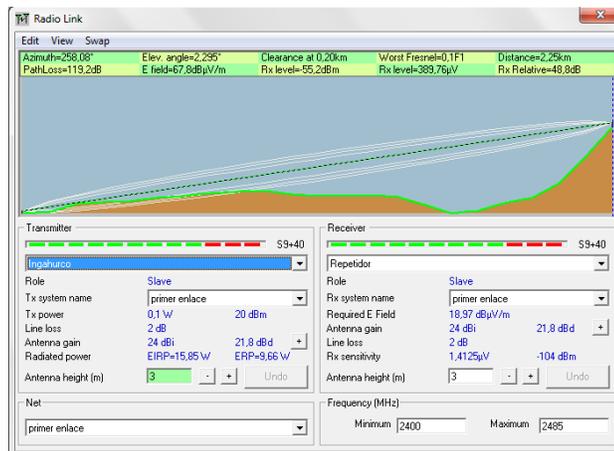
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 2,25 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-32,90)/10]}$$

$$\underline{\underline{R = 0.999}}$$

**SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE**



**Figura 6.80.** Perfil del terreno Ingahurco a Pinllo  
 Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

- **Izamba a Pinllo**

<b>DATOS</b>	
<b>Potencia de Transmisión</b>	20 dBm
<b>Sensibilidad</b>	-104dBm
<b>Frecuencia central (f)</b>	2442 MHz = 2,4 GHz
<b>Ganancia de la antena</b>	24 dBi
<b>Atenuación por cable de baja pérdida</b>	2 db
<b>Branching(AB)</b>	0
<b>Distancia del enlace (D)</b>	4,53 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 4,53$$

$$\underline{\underline{A_0 = 113,13\text{dB}}}$$

- ✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 4,53 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{\underline{FM = -23,78\text{dB}}}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 113,13 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -49,13 \text{ dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -49,13 - (-104)$$

$$\underline{MU = 54,87 \text{ dBm}}$$

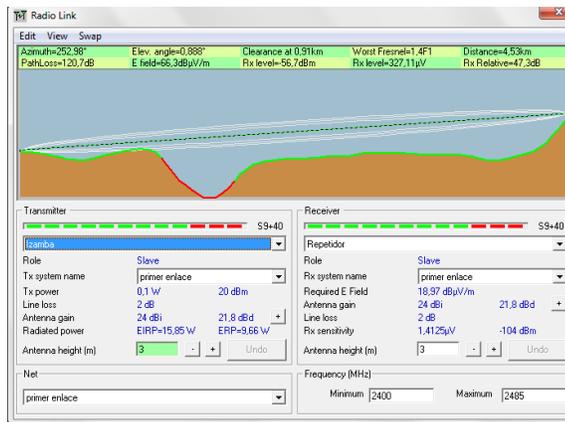
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 4,53 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-23,78)/10]}$$

$$\underline{R = 0.999}$$

**SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE**



**Figura 6.81.** Perfil del terreno Izamba a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- Los Andes a Pinllo

DATOS	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	1,54 Km

- ✓ Pérdida en el espacio libre

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 1,54$$

$$\underline{A_0 = 103,75\text{dB}}$$

- ✓ Margen de desvanecimiento

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 1,54 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -37,84\text{dB}}$$

- ✓ Potencia de recepción disponible

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 103,75 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -39,75\text{dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad} \text{ Ecuación 6.14}$$

$$MU = -39,75 - (-104)$$

$$\underline{MU = 64,25\text{dBm}}$$

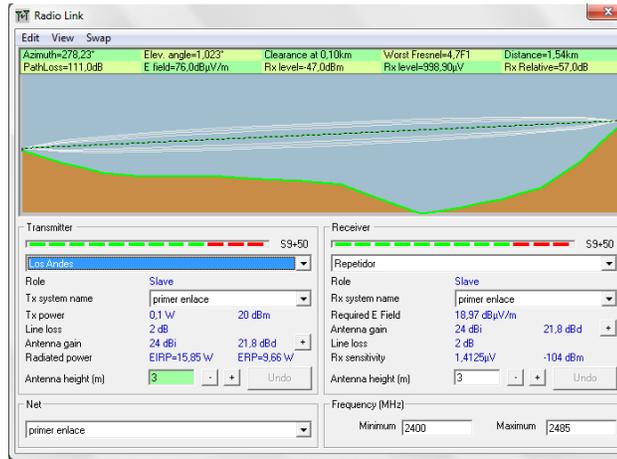
- ✓ Cálculo de la confiabilidad real del enlace

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R=1-10^{[3\log 1,54 + \log 6(1/4*1/8*2,4) -7-(-37,84)/10]}$$

$$\mathbf{R=0.999}$$

## SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.82.** Perfil del terreno Los Andes a Pinllo  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

- **Península a Pinllo**

<b>DATOS</b>	
<b>Potencia de Transmisión</b>	20 dBm
<b>Sensibilidad</b>	-104dBm
<b>Frecuencia central (f)</b>	2442 MHz = 2,4 GHz
<b>Ganancia de la antena</b>	24 dBi
<b>Atenuación por cable de baja pérdida</b>	2 db
<b>Branching(AB)</b>	0
<b>Distancia del enlace (D)</b>	3,54 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 3,54$$

$$\mathbf{A_0 = 110,98dB}$$

- ✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 3,54 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -26,99dB}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 110,98 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -46,98dBm}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -46,98 - (-104)$$

$$\underline{MU = 57,02dBm}$$

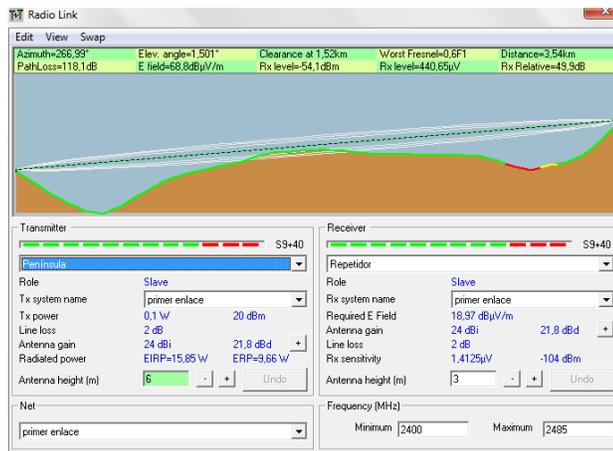
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 3,54 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-26,99)/10]}$$

$$\underline{R = 0,999}$$

### SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.83.** Perfil del terreno Península a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- Delicia a Pinllo

DATOS	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	0,54 Km

- ✓ Pérdida en el espacio libre

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 0,54$$

$$\underline{A_0 = 94,65\text{dB}}$$

- ✓ Margen de desvanecimiento

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 0,54 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -51,50\text{dB}}$$

- ✓ Potencia de recepción disponible

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 94,65 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -30,65\text{dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad} \text{ Ecuación 6.14}$$

$$MU = -30,65 - (-104)$$

$$\underline{MU = 73,35\text{dBm}}$$

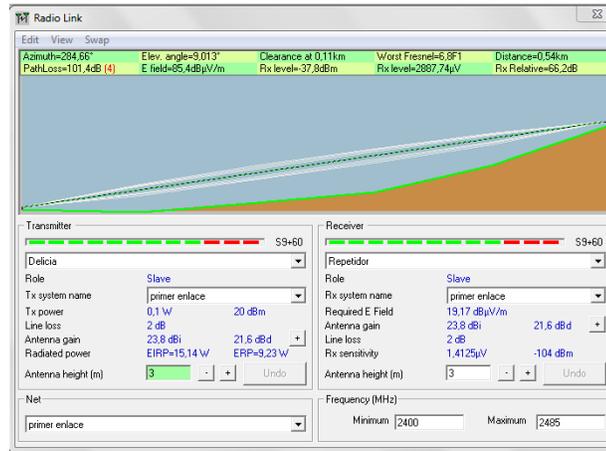
- ✓ Cálculo de la confiabilidad real del enlace

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R=1-10^{[3\log 0,54 + \log 6(1/4*1/8*2,4) -7-(-51,50)/10]}$$

$$\underline{\underline{R=0.999}}$$

### SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.84.** Perfil del terreno Delicia a Pinillo  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

- **Cdla. España a Pinillo**

<b>DATOS</b>	
<b>Potencia de Transmisión</b>	20 dBm
<b>Sensibilidad</b>	-104dBm
<b>Frecuencia central (f)</b>	2442 MHz = 2,4 GHz
<b>Ganancia de la antena</b>	24 dBi
<b>Atenuación por cable de baja pérdida</b>	2 db
<b>Branching(AB)</b>	0
<b>Distancia del enlace (D)</b>	1,81 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 1,81$$

$$\underline{\underline{A_0 = 105,16\text{dB}}}$$

- ✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 1,81 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -35,74 \text{ dB}}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 105,16 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -41,16 \text{ dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -41,16 - (-104)$$

$$\underline{MU = 62,84 \text{ dBm}}$$

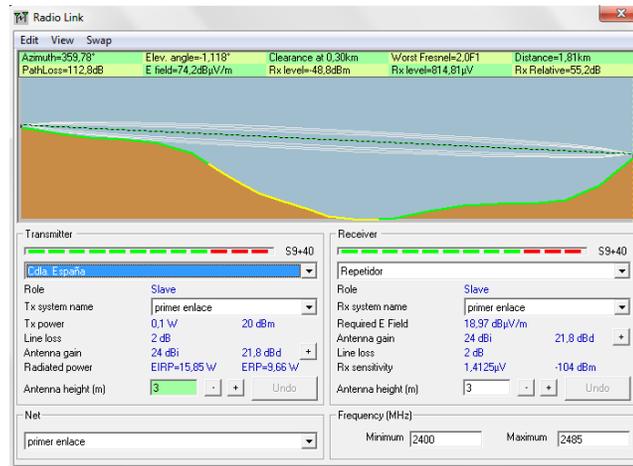
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 1,81 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-35,74)/10]}$$

$$\underline{R = 0,999}$$

**SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE**



**Figura 6.85.** Perfil del terreno Cdla. España a Pinllo  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Pinlo a Base de Control**

<b>DATOS</b>	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	0,72 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 0,72$$

$$\underline{\underline{A_0 = 97,15\text{dB}}}$$

- ✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 0,72 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{\underline{FM = -47,75\text{dB}}}$$

- ✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 97,15 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{\underline{P_{RX} = -33,15\text{dBm}}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad} \text{ Ecuación 6.14}$$

$$MU = -33,15 - (-104)$$

$$\underline{\underline{MU = 70,85\text{dBm}}}$$

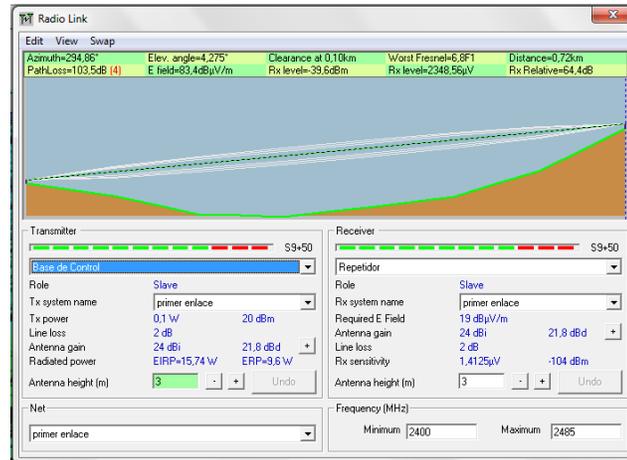
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R=1-10^{[3\log D + \log 6ABf -7-FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R=1-10^{[3\log 0,72 + \log 6(1/4*1/8*2,4) -7-(-47,75)/10]}$$

$$\underline{\underline{R=0.999}}$$

**SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE**



**Figura 6.86.** Perfil del terreno Base de Control a Pinllo  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

• **Mercado América a Atahualpa**

<b>DATOS</b>	
<b>Potencia de Transmisión</b>	20 dBm
<b>Sensibilidad</b>	-104dBm
<b>Frecuencia central (f)</b>	2442 MHz = 2,4 GHz
<b>Ganancia de la antena</b>	24 dBi
<b>Atenuación por cable de baja pérdida</b>	2 db
<b>Branching(AB)</b>	0
<b>Distancia del enlace (D)</b>	5,62 Km

✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 5,62$$

$$\underline{A_0 = 114,99\text{dB}}$$

✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30\log D(\text{Km}) + 10\log 6AB F(\text{GHz}) - 10\log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30\log 5,62 + 10\log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10\log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -20,98\text{dB}}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 114,99 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -50,99\text{dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -50,99 - (-104)$$

$$\underline{MU = 53,01\text{dBm}}$$

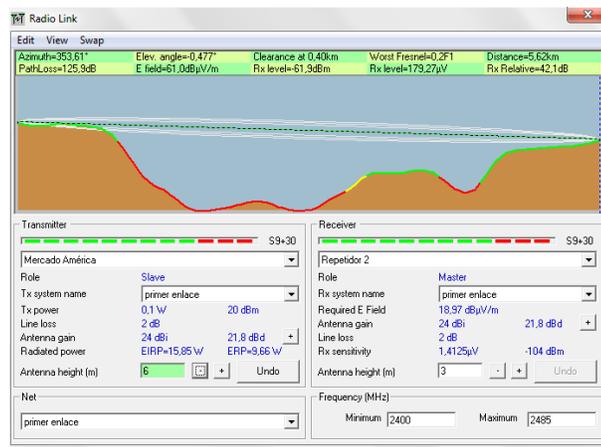
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3\log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3\log 5,62 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-20,98)/10]}$$

$$\underline{R = 0.999}$$

## SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.87.** Perfil del terreno Mercado América a Atahualpa  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

- **Colegio Guayaquil a Atahualpa**

<b>DATOS</b>	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHz
<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	4,56 Km

- ✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 4,56$$

$$\underline{\underline{A_0 = 113,18\text{dB}}}$$

- ✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 4,56 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{\underline{FM = -23,69\text{dB}}}$$

- ✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX}=20-0-2+24-113,18+24-2-0$$

$$\underline{P_{RX}=-49,18\text{dBm}}$$

$$MU= P_{RX}\text{-Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU= -49,18-(-104)$$

$$\underline{MU= 54,82\text{dBm}}$$

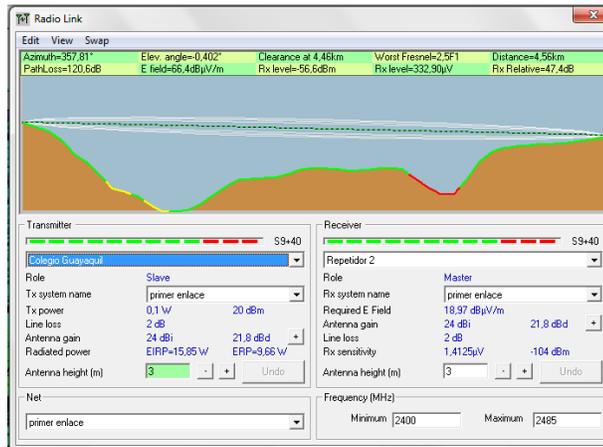
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R=1-10^{[3\log D + \log 6ABf -7\text{-FM}/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R=1-10^{[3\log 4,56 + \log 6(1/4*1/8*2,4) -7-(-23,69)/10]}$$

$$\underline{R=0,999}$$

**SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE**



**Figura 6.88.** Perfil del terreno Colegio Guayaquil a Atahualpa  
Elaborado por: Investigador realizado por Radio Mobile

• **Atahualpa a Base de Control**

<b>DATOS</b>	
<i>Potencia de Transmisión</i>	20 dBm
<i>Sensibilidad</i>	-104dBm
<i>Frecuencia central (f)</i>	2442 MHz = 2,4 GHZ

<i>Ganancia de la antena</i>	24 dBi
<i>Atenuación por cable de baja pérdida</i>	2 db
<i>Branching(AB)</i>	0
<i>Distancia del enlace (D)</i>	3,15 Km

✓ **Pérdida en el espacio libre**

$$A_0 = 92,4 + 20 \log F(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \text{ Ecuación 6.5}$$

$$A_0 = 92,4 + 20 \log 2,4 + 20 \log 3,15$$

$$\underline{A_0 = 109,97\text{dB}}$$

✓ **Margen de desvanecimiento**

$$FM = 30 \log D(\text{Km}) + 10 \log 6AB F(\text{GHz}) - 10 \log (1-R) - 70 \text{ Ecuación 6.15}$$

$$FM = 30 \log 3,15 + 10 \log (6 * 1/4 * 1/8 * 2,4) - 10 \log (1 - 0,999) - 70$$

$$\underline{FM = -28,52\text{dB}}$$

✓ **Potencia de recepción disponible**

$$P_{RX} = P_{TX} - AB_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AL_{RX} - AB_{TX} \text{ Ecuación 6.12}$$

$$P_{RX} = 20 - 0 - 2 + 24 - 109,97 + 24 - 2 - 0$$

$$\underline{P_{RX} = -45,97\text{dBm}}$$

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad Ecuación 6.14}$$

$$MU = -45,97 - (-104)$$

$$\underline{MU = 58,03\text{dBm}}$$

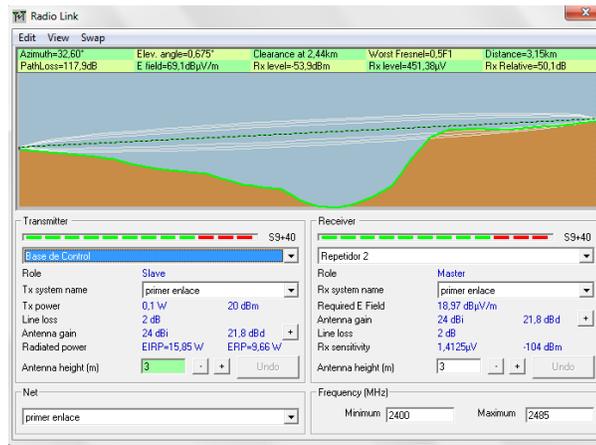
✓ **Cálculo de la confiabilidad real del enlace**

$$R = 1 - 10^{[3 \log D + \log 6ABf - 7 - FM/10]} \text{ Ecuación 6.17}$$

$$R = 1 - 10^{[3 \log 3,15 + \log 6(1/4 * 1/8 * 2,4) - 7 - (-28,52)/10]}$$

$$\underline{R = 0,999}$$

## SIMULACIÓN CON RADIO MOBILE



**Figura 6.89.** Perfil del terreno Base de Control a Atahualpa  
**Elaborado por:** Investigador realizado por Radio Mobile

### d) Base de Datos

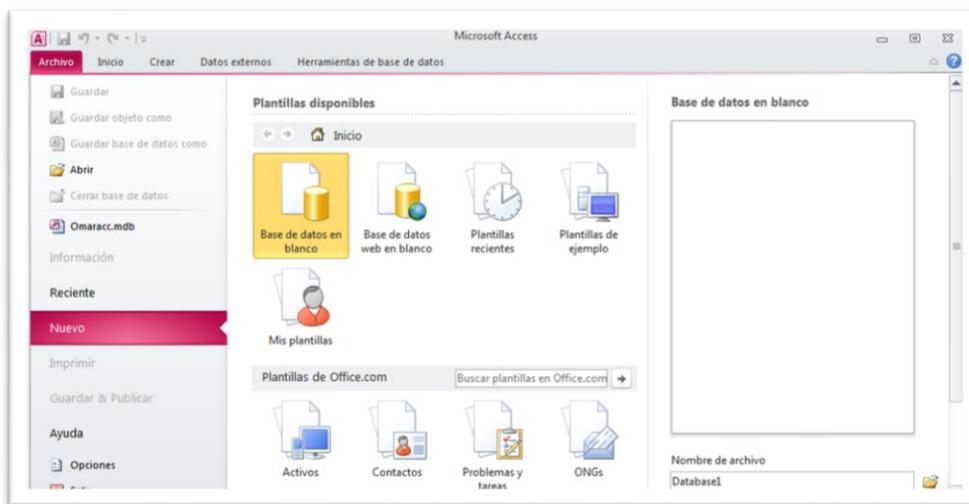
Para el desarrollo del proyecto el almacenamiento de los datos obtenidos es muy importante puesto que el resto del proceso de facturación depende de estos datos. Para esta labor tan importante se eligió usar la base de datos ACCESS, que es un sistema de gestión de base de datos, que además de ser fácil de usar proporciona una gran cantidad de funciones especiales las mismas que se mencionan a continuación: ACCES es un sistema de gestión de base de datos relacional, permitiendo almacenar y recuperar datos.

- Permite manejar una o más tablas a la vez.
- La creación y administración de la base de datos es muy sencilla evitando realizarlo mediante líneas de comandos.
- Importación y exportación de datos desde o hacia otras bases de datos.
- Sistema de reserva de memoria muy rápido y uso de tablas temporales.
- Permite el acceso a través de otro software.
- Soporta una gran cantidad de datos.

Es posible producir formularios e informes sofisticados y efectivos, así como gráficos y combinaciones de informes.

Access permite aumentar la productividad mediante el uso de asistentes y macros permitiendo automatizar muchas tareas sin la necesidad de programar. En la Figura 6.90 se puede observar la pantalla de inicio de ACCESS.

La base de datos desarrollada en la propuesta permitirá funcionar en conjunto con la base de datos existente para no tener que cambiar todo el sistema ya existente en la empresa.



**Figura 6.90** Ventana de inicio de Access  
**Elaborado por:** Investigador

## 6.11 Dispositivos Remotos

Los dispositivos remotos es el conjunto de tarjetas inteligentes TAGS y los amplificadores de señal TRANSITIONS que permiten realizar las operaciones de lectura de los tiempos de los distintos recorridos de los buses urbanos, indicadas por la estación base. Los dispositivos remotos estarán ubicados en cada uno de los buses de las cooperativas Unión Ambateña, Tungurahua, Vía Flores, Los Libertadores y Jerpazsol.

Los dispositivos remotos se encargaran de transmitir una señal encriptada hacia el lector de tarjetas inteligentes al momento que lleguen a una de los distintos puntos de control, para que después de unos milisegundos estos datos sean enviados a la base de control por medio de los diferentes enlaces que se mencionó anteriormente.

Los dispositivos remotos están formados principalmente por las tarjetas inteligentes y un amplificador de señal cada uno.

Las tarjetas inteligentes como los amplificadores de señal son únicos para cada bus urbano y no pueden ser transferibles.

Además para la colocación de cada dispositivo remoto en los buses de las cooperativas urbanas se toma en cuenta los siguientes literales mencionados por los Gerentes de las mismas cooperativas:

- El dispositivo remoto debe ir dentro de los buses urbanos.
- No debe tener manipulación externa.
- Debe estar cerca al señor conductor.

Se analizó cada literal mencionado anteriormente y se decidió que el dispositivo remoto debe ir en:

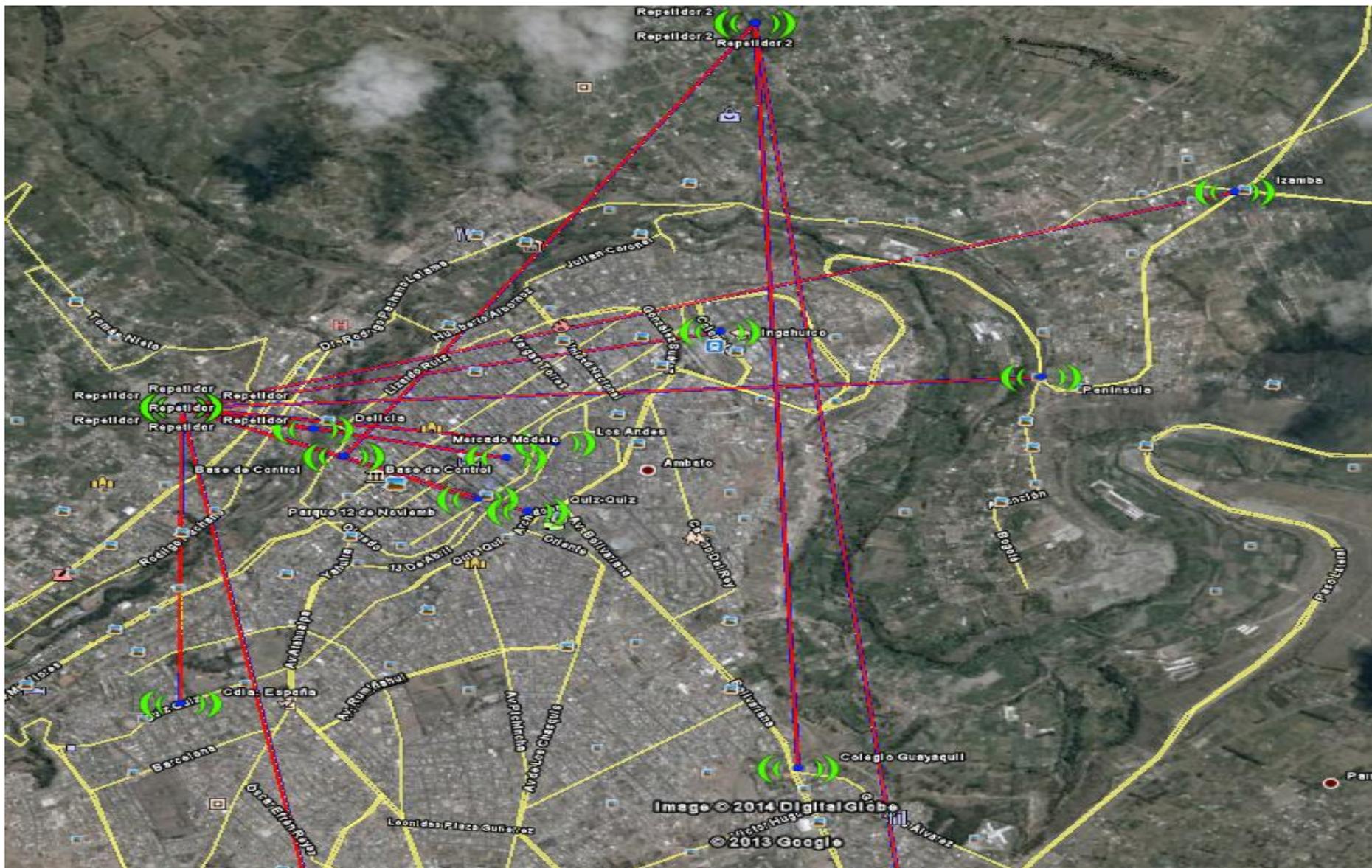
- Parte izquierda del conductor.
- A 15cm del volante para que no haya molestias al momento de conducir.

Como se observa en la figura 6.91



**Figura 6.91** Posición del Dispositivo Remoto  
**Elaborado por:** Investigador

En la figura 6.92 se puede observar el enlace total realizado en Google Earth



**Figura 6.92** Enlace total del control de tiempos de rutas de los buses urbanos de la ciudad de Ambato  
**Elaborado por:** Investigador en Google Earth

## 6.12 Análisis Económico del Proyecto

El análisis económico del Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos de la ciudad de Ambato.

### 6.12.1 Presupuesto

El presupuesto económico permite determinar cuál es el costo de implementación de un Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos y el costo de cada uno de los materiales necesarios. Para esto se ha dividido el análisis en dos etapas las mismas que son:

- a) Presupuesto de gastos de la estación base
- b) Presupuesto de gastos del dispositivo remoto.

El presupuesto de gastos de la estación base se puede observar en la Tabla 6.41

**Tabla 6.41** Costos de los Materiales de la Estación Base

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Lectores RFID TRANSIT PS720	c/u	12	2.500	30.000
2	Antenas Parabólicas	c/u	12	150,00	1.800
3	Convertor RS-232 a WIFI	c/u	12	100,00	1.200
4	Equipo para enlace inalámbrico marca Ibutiquiti incluye equipos de radio Rocket M5 Mimo - AIRMAX, 5GHz, antena parabólica 30dBi.	c/u	4	850,00	3.400
5	Switch Cisco	c/u	2	155,00	310,00
6	Equipo para enlace inalámbrico marca Ibutiquiti incluye equipos de radio Rocket M5 Mimo - AIRMAX, 2.4 GHz, antena sectorial 16 dBi.	c/u	2	920,00	1.840
7	Computador de escritorio	c/u	1	750,00	750,00
<b>Total</b>					<b>39.300</b>

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 6.42 se puede observar con detalle el costo de los materiales para los dispositivos remotos. Para realizar el análisis se tomó en cuenta a los 431 transportes urbanos involucrados en esta investigación.

**Tabla 6.42** Costos de los Materiales del Dispositivo Remoto

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Tarjetas inteligentes RFID (tags)	c/u	431	5,50	2.370
2	Transition Booster RFID	c/u	431	50	21.550
<b>Total</b>					<b>23.920</b>

**Elaborado por:** Investigador

En la tabla 6.43 se muestra los materiales de instalación que se utilizarán en nuestra propuesta

**Tabla 6.43** Materiales de Instalación

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
1	Caseta de equipos	c/u	2	600,00	1.200
2	Torres (9m)	c/u	2	900,00	1.800
3	Arrendamiento	c/u	2	1.200	2.400
4	Medidores Eléctricos	c/u	12	60,00	720,00
5	Toma a Tierra y Pararrayos	c/u	2	400,00	800,00
6	Instalación Eléctrica	c/u	12	50,00	600,00
<b>Total</b>					<b>7.520</b>

**Elaborado por:** Investigador

Cabe destacar que el arrendamiento se hace el presupuesto para un año, además se utiliza Medidores eléctricos ya que nuestros Lectores RFID necesitan alimentación continúa.

### 6.12.2 Análisis de Recuperación de Inversión

Para poder realizar el análisis costo beneficio del presente proyecto de investigación se tomaran datos de las Cooperativas de buses urbanos como son: Unión Ambateña, Jerpazsol, Vía Flores, Los Libertadores y Tungurahua, en las mismas que nos indican que el número de transportes con las que cuentan en total estas cooperativas son 431

buses en la ciudad de Ambato. Adicionalmente se cuenta con los siguientes datos de relevancia los mismos que se indican a continuación.

- Los empleados que efectúan el control de recorrido de rutas por medio de un reloj de tarjeta manual realizan un promedio de 30.000 a 40.000 lecturas por mes con un costo operativo de \$1,00 por cada 3 lecturas realizadas, tomando en cuenta que estos empleados son rotativos y no se encuentran con contrato alguno.
- Las cooperativas de transportes realizan mantenimiento a los relojes de tarjeta una vez por mes, pero hay ocasiones que se los realiza tres revisiones por mes, ya que por el uso diario y la antigüedad, éstos bajan su calidad de servicio pronunciadamente.
  1. Costo por cada revisión al reloj de tarjeta sin daños internamente \$10
  2. Costo por cada revisión al reloj de tarjeta con daños internamente y externamente \$25
- Las Cooperativas de buses urbanos cuentan con 35 relojes de tarjeta.
- Las cooperativas de buses urbanos para el control de recorridos de rutas utilizan una tarjeta de cartón impresa en formato básico, cada tarjeta tiene un valor de \$0,10
- En relación con el anterior ítem, en total al mes las cooperativas de buses ocupan 3.000 tarjetas de cartón; ya que en cada tarjeta se guarda la información de 10 lecturas.

Para realizar el análisis se tomó en cuenta a los 431 transportes urbanos involucrados en esta investigación.

En la Tabla 6.44 se puede observar los gastos operativos del control de lectura de los buses urbanos, estos valores se obtuvo a partir del número de transportes existentes en las cinco cooperativas.

**Tabla 6.44** Costos Operativos Mensuales de la Empresa

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Subtotal
1	Revisión de reloj de tarjeta sin daños	c/u	15	10,00	150,00
2	Revisión de reloj de tarjeta con daños	c/u	10	25,00	250,00
3	Tarjetas de Cartón	c/u	3000	0,10	300,00
4	Lecturas	c/u	30.000/3	1,00	10.000
<b>TOTAL</b>					<b>10.700</b>

**Elaborado por:** Investigador

### 6.12.3 Costo Total del Proyecto

En la Tabla 6.45 se puede observar el resumen del gasto de implementación para los 431 transportes urbanos de la ciudad de Ambato.

**Tabla 6.45** Gastos de Implementación

Ítem	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Costo Total
1	Gastos de la Estación Base	c/u	12	2.775	39.300
2	Gastos del Dispositivo Remoto	c/u	431	55,49	23.920
3	Materiales de Instalación	c/u	14	537,14	7.520
4	Costo de Mano de Obra	h/H	212	5,00	1.060
<b>Subtotal</b>					<b>71.800</b>
<b>Imprevistos (5%)</b>					<b>3.590</b>
<b>TOTAL</b>					<b>75.390</b>

**Elaborado por:** Investigador

Las Cooperativas de buses urbanos de la ciudad de Ambato con el sistema actual de control de rutas y tiempos por mes invierten la cantidad de \$10.700, y anual gastan \$128.400

$$\text{Gastos Anuales} = \$10.700 * 12$$

$$\text{Gastos Anuales} = \underline{\underline{\$128.400}}$$

Con la propuesta antes mencionada, para mejorar dicho control de rutas y tiempos en los buses urbanos de la ciudad de Ambato se invertirá \$75.390.

El saldo invertido con el nuevo sistema inalámbrico de nuestra propuesta se recuperará en 0,59 años.

$$\text{Tiempo de Recuperación} = \text{Costo de Implementación} / \text{Costo anual}$$

$$\text{Tiempo de Recuperación} = 69.090 / 128.400$$

$$\textbf{\underline{Tiempo de Recuperación= 0,59 años}}$$

El período de recuperación de 0,59 años se lo puede expresar en años y meses como se puede observar

$$\text{Meses} = 0.59 * 12 = 7,08$$

$$\text{Días} = 0.08 * 30 = 3$$

Por lo tanto la inversión inicial se recupera en un período de 7 meses y 3 días.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 Conclusiones

Al final el trabajo de diseño del Sistema de Comunicación Inalámbrica para la Lectura y Transmisión de datos en el control de las rutas y tiempos del recorrido de Buses Urbanos se obtuvo las siguientes conclusiones.

- Analizando las principales tecnologías utilizadas para la transmisión de datos de forma inalámbrica, y teniendo en cuenta sus principales características como, la distancia para leer datos y transmitir en una forma simultánea, se determinó que la tecnología RFID e IEEE 802.11n son las que mejor se adaptan a las necesidades de la propuesta por su facilidad de configuración y excelente comunicación con la base de datos principal.
- La utilización de la tecnología RFID permite ejecutar las operaciones de lectura, y transmisión de datos de forma remota en tiempos muy cortos, en una comunicación punto a punto o punto multipunto, razón por la cual se puede considerar que el sistema opera en tiempo real o en línea.
- El lector RFID emite una señal ondulante continua, la cual hace que los TAG's no tengan que estar sincronizados con el mismo, pudiendo ser leídos a distintas velocidades.
- Unas de las grandes ventajas que ofrece el sistema RFID es su escalabilidad y la interoperabilidad que tiene con varios elementos desarrollados por otros proveedores, por lo tanto el sistema de comunicación puede ir creciendo con el avance de la tecnología, sin dejar enormes brechas entre versiones antiguas y nuevas.

## 7.2 Recomendaciones

- Realizar un análisis de cómo se podría integrar la tecnología RFID Y WIFI con otras tecnologías para mejorar sus aplicaciones, y permitir la transmisión de datos utilizando redes fáciles de configurar.
- Se debe tomar en cuenta que a pesar de todas las medidas de seguridad, existe un cierto riesgo al enviar datos de manera inalámbrica, por lo que se recomienda que todos los componentes de nuestra propuesta tengan varias seguridades para que no puedan ser falsificadas y que los datos puedan llegar al sistema de manera segura.
- Se recomienda comprar lectores RFID con protocolos de anticolidión. De esta manera se tendrá el registro de todos los buses urbanos que pasen por el punto de control sin ninguna complicación.
- Al planificar un sistema que involucre tecnología RFID se recomienda familiarizarse con los tipos de etiquetas y lectores existentes así como su frecuencia de trabajo, potencia de operación y demás características para no tener inconvenientes futuros en el ámbito de interacción entre el lector y la etiqueta. Además de una correcta utilización de los elementos que integran el sistema, dependiendo de la aplicación a la cual será destinada.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía de Libros

- ✓ ALCALDE, Pablo (2010). Electrónica Aplicada. Primera Edición. Ediciones Nobel.
- ✓ BOYLESTAD NASHESKY, Robert. (1997). Electrónica Teoría de Circuitos. Sexta Edición. Pearson Educación, México.
- ✓ FIGUERES, Emilio (1999). Electrónica de Potencia. Segunda Edición.
- ✓ HAROLD, Davis. (2004). Comunicación Inalámbrica. Editorial Wiegand
- ✓ LIDE, David. (2007). WI-FI Telephony. Editorial Elseiver
- ✓ RASHID, Muhammad (2004). Electrónica de Potencia. Tercera Edición.
- ✓ ROLDÁN, David. (1999). Comunicaciones en redes WLAN: WiFi, VoIP, multimedia, seguridad. Quinta Edición.
- ✓ RODRIGUEZ, David. (1998). Inalámbricos de Comunicación Personal. Primera Edición.
- ✓ ROY, Blake. (1996). Sistemas Electrónicos. Segunda Edición
- ✓ SCHULER, Charles. (2002). Electrónica, principios y Aplicaciones. Segunda Edición. Editorial Reverté
- ✓ REID, Neil. SEIDE, Ron. (2004). Manual de Redes Inalámbricas. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana editores. México.
- ✓ ROLDAN, David. (2005). Comunicaciones Inalámbricas. Primera edición. Alfaomega grupo editor. Madrid.
- ✓ BADES, Regis J. (2003). Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana editores. Madrid.

### 4.3.2 Bibliografía de Internet

- ✓ Telecomunicaciones. (2009), Recuperado de: [www.informeticfacil.com/question-las-telecomunicaciones](http://www.informeticfacil.com/question-las-telecomunicaciones)
- ✓ Tecnologías de Comunicación Inalámbrica. (2002), Recuperado de <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>

- ✓ Comunicación Inalámbrica. (2007), Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>
- ✓ Controladores de reloj. (2000), Recuperado de <http://www.logismarket.com.ar/sundial/reloj-fechador/2578921053-1179609786-p.html>
- ✓ Señal Analógica y Digitales, (2010), Recuperado de <http://tecnologiayinformatica.bligoo.com.ar/content/view/3138800/Tipos-de-informacion-analogica-y-digital.html#.UT9HHtY09Gg>
- ✓ Electrónica y sus Ventajas, (2001), Recuperado de <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2001/diciembre/5.pdf>
- ✓ Sistema De Comunicaciones, (2007), Recuperado de <http://www.eveliux.com/mx/modelo-de-un-sistema-de-comunicaciones.php>
- ✓ Principios de la Tecnología RFID, (2009), Recuperado de [http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología\\_rfid.pdf](http://www.eticom.com/mx/principiosdelatecnología_rfid.pdf)
- ✓ Tecnología RFID, (2010), Recuperado de <http://www.eveliux.com/aplicadaalcontroldeaccesos.pdf>
- ✓ Simulación de un sistema RFID, (2010), Recuperado de <http://www.altecco.com/mx/estudiorfid/hpkmails.pdf>

**ANEXO 1**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**Encuesta dirigida a las Cooperativas de Buses Urbanos y Señores Usuarios de los mismos de la ciudad de Ambato**

- **OBJETIVO:** Recolectar información del desempeño del Control de Tiempo del Recorrido de los Buses Urbanos de la ciudad de Ambato.
- **INSTRUCCIONES:**

Marque con una X la opción que usted elija.

- **CUESTIONARIO:**
- **1.- ¿Cree que la toma de información del recorrido de buses urbanos por medio de un controlador de tarjeta manual se considera?**
  - MUY BUENA (      )
  - BUENA (      )
  - REGULAR (      )
  - DESCONOZCO (      )
- **2.- ¿Considera que la congestión vehicular que ocasiona el proceso de marcar el tiempo del recorrido de los buses urbanos es: ?**
  - ALTA (      )
  - MEDIA (      )
  - BAJA (      )
  - NINGUNA (      )
- **3.- ¿Se cuenta con un sistema alternativo para el control de rutas y tiempos del recorrido de buses urbanos en la ciudad de Ambato?**
  - SI (      )
  - NO (      )
  - DESCONOZCO (      )
- **4.-¿Cree que un sistema electrónico que controle el tiempo del recorrido de buses en forma automática beneficiará más a: ?**
  - TRÁFICO VEHICULAR (      )

PASAJEROS ( )  
TRANSPORTISTAS ( )  
OTROS ( )

**5.- ¿Considera que la toma de información de los tiempos de las rutas de los buses que se obtiene por medio del controlador de tarjeta es: ?**

MUY ÚTIL ( )  
ÚTIL ( )  
INNECESARIA ( )  
DESCONOZCO ( )

**6.- ¿Qué tiempo se demora el señor transportista en marcar la hora del recorrido del bus en el controlador de tarjeta?**

1 minuto ( )  
2 minutos ( )  
3 minutos ( )  
5 minutos ( )

**7.- ¿En qué porcentaje cree que se optimizará el control de recorrido de buses urbanos con un sistema automático?**

MENOS DEL 25% ( )  
ENTRE 25% Y 50% ( )  
ENTRE 50% Y 75% ( )  
MAS DEL 75% ( )

**8.- ¿Qué nivel de posibilidad ofrecería la implementación de este sistema automático en la disminución de accidentes de tránsito?**

ALTO ( )  
MEDIO ( )  
BAJA ( )

**GRACIAS POR LA COLABORACIÓN**

**ANEXO 2**  
**Equipo Tarjeta RIFD**

**COMPAC TAG TRANSIT**



**Figura 6.91.** Compac Tag Transit  
**Fuente:** [www.transit.com](http://www.transit.com)

**Descripción**

Esta "tarjeta" RFID de identificación personal es totalmente fiable, cómoda y segura. Como se muestra en la figura 6.91. Su diseño técnico permite que pueda ser identificada por las dos caras, a una distancia de 7 metros (15 veces la distancia de una tarjeta de proximidad común). Además su capacidad dualBAND permite que pueda ser usada en aplicaciones RFID de largo rango y en aplicaciones de proximidad ya que incluye un circuito de proximidad, bien NEDAP o EM4102. Totalmente manos libres, ligera y con el tamaño de una tarjeta de crédito es la solución RFID para la identificación de personas en infraestructuras donde no estar pendiente de la identificación sea una necesidad además de una comodidad.

La opción de multilectura otorga una gran flexibilidad a este TAG de RFID pudiendo ser identificadas hasta 5 TAGS simultáneamente.

## Características Principales

- Lectura por ambas caras.
- Multilectura.
- Fácil instalación.
- Detección a alta velocidad de paso.
- Extra fina, 5mm de grosor.
- Total precisión en la captura de datos.
- Diseño estético y funcional.
- Identificación fiable.
- Tecnología dualBAND.
- Indicador de batería.
- Lectura de largo rango.
- Elevado nivel de protección.
- Holder personal opcional.
- Holder para el vehículo opcional.
- Relación calidad-precio excepcional.

## Especificaciones Técnicas

- **Dimensiones:**
  - x:86mm
  - y:54mm
  - z:5mm
- **Peso:** 20 Gramos.
- **Frecuencia:** 2.400 - 2.482 GHz.
- **Carcasa:** Plástico en color gris claro.
- **Protección:** IP54 [approx. NEMA2].
- **Distancia de lectura:** 7 metros.

- **Temperatura operativa:** -20... 85°C.
- **Velocidad del objeto:** Más de 200km/h a la distancia apropiada.
- **Alimentación:** Batería de ión de litio de 7 años de duración.
- **Operatividad:** Identificación permanente.RO-A y EM-A
- **Multilectura:** Si, hasta 5 identificaciones simultaneas.RO-D y EM-D
- **Tipo de lectura:** Lectura por ambas caras.
- **Compatibilidad:** dualBAND con EM 4102y NEDAP de Proximidad.

## ANEXO 3

### TRANSITION BOOSTER TRANSIT



**Figura 6.92.** Transition Booster Transit  
**Fuente:** [www.transit.com](http://www.transit.com)

#### Descripción

Es un tag amplificador RFID que envía la identificación de una tarjeta de proximidad al sistema transit®, permitiendo así que la identificación se produzca a 10 metros. Como se muestra en la figura 6.92. Funciona combinando las identificaciones del Booster, vinculada al vehículo y de la tarjeta de proximidad, vinculada al conductor. Su operatividad puede ser automática, manos libres o manual si así lo requiere la instalación. Este TRANS Booster es compatible con todas las tecnologías de proximidad (HID PROX, LEGIC, ICODE y MIFARE) que operan en las bandas de 125 KHz y 13,56MHz. El conductor inserta su tarjeta personal en el Booster, este transmite los códigos de la tarjeta y el Booster al lector transit® y este a su vez envía los códigos al sistema de seguridad, permitiendo el acceso del vehículo y del usuario,

una vez estacionado el vehículo retira su tarjeta del Booster para usarla como llave de acceso al edificio y sus instalaciones: control de accesos, gestión de seguridad, registro de horarios, máquinas de vending, control de presencia... De esta forma podemos crear una solución de control de accesos y seguridad para vehículos y personas, basada en las tarjetas de proximidad P R O X ( 1 2 5 K H z ) y SMARTCARD(13,56MHz).

### **Características Principales**

- Compatible con 125KHz y 13,56MHz.
- Largo rango de lectura ¡10 metros!
- Fácil instalación.
- Alta velocidad de paso ¡200 km/h!
- Activación automática y manual.
- Total precisión en la captura de datos.
- Diseño estético y funcional.
- Identificación fiable.
- Elevado nivel de protección.
- Compatible con el control de accesos existente.
- Soporta HID, EM 4102, NEDAP,
- LEGIC, MIFARE, HID iCLASS, I-CODE.

### **Especificaciones Técnicas**

- **Dimensiones:**
  - x:116 mm
  - y: 72 mm
  - z: 27 mm
- **Peso:** 120 Gramos.
- **Frecuencia:** 2.400 - 2.482 GHz.

- **Carcasa:** Plástico en color gris claro.
- **Protección:** IP32 [approx. NEMA2].
- **Distancia de lectura:** 10 metros.
- **Temperatura operativa:** -40... 85°C.
- **Velocidad del objeto:** Más de 200km/h a la distancia apropiada.
- **Alimentación:** Batería de ión de litio de 5 años, reemplazable.
- **Operatividad:** Identificación automática E y manual A-C.

### **Identificación de Vehículo y Conductor**

Los Booster de NEDAP son una solución única y patentada que permite a los usuarios aumentar la seguridad desde la puerta del parking al resto de las instalaciones. La mayor ventaja es que no tendrá que cambiar el sistema existente solo añadir nuestros lectores de largo rango y los TAGS a los vehículos, todos los demás dispositivos permanecerán inalterados.

EL TRANSITION BOOSTER está diseñado para instalaciones complejas donde distintos grupos de usuarios usan distintas tarjetas de proximidad y se requiere un único control de accesos de vehículos.

## ANEXO 4

### **LECTOR TRANSIT PS720**



**Figura 6.93.** Lector Transit PS720  
**Fuente:** [www.transit.com](http://www.transit.com)

#### **Descripción**

Lector de microondas de largo alcance con antena incorporada que puede detectar vehículos a distancias de hasta 33 pies (10 m). como se indica en la figura 6.93

#### **Características Técnicas**

- Frecuencia operativa: 2,4384 – 2,457 GHz
- Dimensiones: 12,2 x 9,8 x 3,9 pulg.
- Peso: 9,9 libras (4,5 kg)
- Alcance de detección: hasta 33 pies (10 m)
- Sintonía silenciosa para ajustar el alcance de la lectura
- Rango de temperatura operativa: -22°F..+158°F (-30 a 70°C)
- Clase de protección: IP65
- Velocidad del objeto: hasta 125 mph (200 kph) a la distancia apropiada
- Alimentación: 22 a 30 VCC, máx. 1A

- Entrada: 1 contacto seco o TTL
- Salida de relé: 1 salida de relés (NA, Común, NC)
- Salida: Wiegand, código de barras y Omron
- Salida de la antena: 120 KHz
- Conexión de la antena: 1 conexión de antena inductiva externa opcional
- Interfaces: RS232, RS422, Profibus DP, TCP/IP
- Protocolo de comunicaciones: CR/LF, DC2/DC4, TCP/IP, Profibus DP
- Interfaz aérea encriptada (Norma de encriptación propietaria NEDAP)
- Información sobre pedidos: código y nombre del cliente, versión del firmware y configuración de frecuencias
- Incluye accesorios para montarlo en la pared

### **Características Básicas**

- Carcasa realizada en metal y plástico de alta resistencia.
- Rango de lectura hasta 10 metros y velocidad de lectura hasta 200 km/h
- Apto para instalaciones en exteriores.
- Montaje en superficie, opción de suministro con soporte para montaje sobre pared y tubo metálico.
- Permite su conexión a una distancia máxima de 120 metros de la CPU.
- Conectable a cualquier CPU.

## ANEXO 5

### CONVERTIDOR RS-232 A WIFI

 SERVIDORES SERIALES

# Servidores Seriales

## Serie a Wi-Fi

Los Servidores Seriales, Serie a Wi-Fi, permiten convertir los datos de cualquier puerto serial RS232/485/422, a una red inalámbrica Wi-Fi, facilitando la conexión a distancia de dichos dispositivos y sin la necesidad de costosos cableados e infraestructura

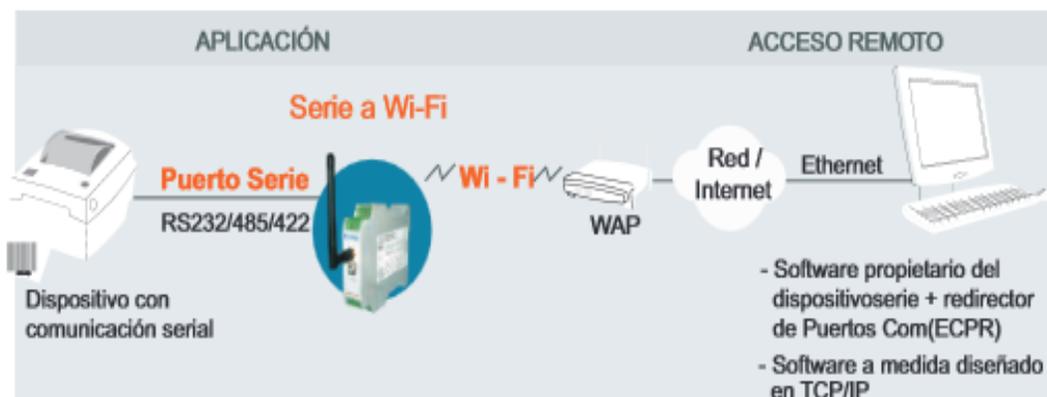
Servidor serial Wi-Fi



SSW

### Ventajas de un Servidor Serial Serie a Wi-Fi

- Elimina cableados costosos.
- Permite llegar donde no puede un cable.
- Facilita las remodelaciones de plantas.



### Modelos:

Nº DE PARTE	PUERTOS SERIALES			ENTRADAS	SALIDAS	ALIMENTACIÓN	
	RS232	RS485	RS422				
SSW-1C0-42	Un puerto configurable			4	2	10-30 VDC	
SSW-200-42	2	-	-	4	2	10-30 VDC	

## RF Wireless

- Protocolo: IEEE 802.15.4
- Frecuencia: 2.4000 a 2.4835 Ghz Banda Libre
- Canales: 16
- Separación entre canales: 5 MHz
- Potencia de Transmisión: +20 dBm (100 mW)
- Sensibilidad de Recepción: -104 dBm
- Antena: 2dBi Conector RP-SMA (otras antenas, opcionales)
- Alcance: 2Km entre nodos, con antena de 2dBi y línea de vista
- Certificaciones del módulo: FCC, IC, Europe/ETSI, Australia/CTick
- Red Mesh - Cantidad de Nodos: Hasta 50 max.
- Red Mesh - Repetición entre nodos: Hasta 4 saltos

## Alimentación

- Entrada de Alimentación: +10Vdc min. a +30 Vdc max.
- Consumo medio: 40mA@24Vdc, 50mA@12Vdc
- Consumo máximo: 100mA@24Vdc, 100mA@12Vdc

## Comunicaciones

- Puerto Serie: 1 Puerto RS232 o RS485
- Puerto USB: 1 Puerto Serie USB
- Configuración: Por USB o por radio para los nodos remotos.

## Generales

- Indicadores de Leds: Encendido / Link / Datos
- Gabinete: Industrial, Riel DIN
- Dimensiones: 70 x 90 x 65 mm (Ancho x Alto x Profundidad)
- Temperatura de operación: -5°C a +65°C

## Productos de Exemys

Exemys ha desarrollado un innovador convertidor de Puertos Seriales RS232 a Wi-Fi, con el agregado de Entradas y Salidas digitales propias en el equipo.

- Conversor serie a Wi - Fi
- Hasta 2 puertos seriales RS232/485/422
- Seguridad con Encriptación WEP y WPA
- 4 entradas y 2 salidas digitales
- Estadísticas de uso vía web
- Modo Ad-Hoc e Infraestructura

COM A  
RS232/485/422

COM B  
RS232/485/422

6 I/O Digitales

Wi-Fi

## Aplicaciones Típicas

---

A continuación se detallan algunas de las típicas aplicaciones de los convertidores RS232/485 a Wi-Fi:

- Túnel Wi-Fi de Puerto Serie
- Túnel Wi-Fi de Entradas y Salidas Reflejadas
- Conexión Wi-Fi Punto a Multipunto Serial
- Conexión Wi-Fi Punto a Multipunto con WAP



## Disminuya su Stress laboral

---

Todos estamos sometidos al stress diario que nos impone el ritmo actual de la Industria. Utilizando los convertidores Inalámbricos de Exemys, logrará instalaciones mas rápidas y confiables, haciendo del proyecto, un problema menos en que pensar.

Recuerde las ventajas de los convertidores de Exemys:

- Menores Gastos (Instalación y mantenimiento)
- Facilidad de Instalación y Puesta en Marcha (No hay tendido de cables !)
- Reducción de su Stress Laboral

**ANEXO 6**  
**ANTENA PARABÓLICA DE REJILLA DE ALTA GANANCIA PARA**  
**EXTERIORES**



**Figura 6.94.** Antena Parabólica Exterior  
**Fuente:** [www.exemys.com](http://www.exemys.com)

Part No.: 503785

La Antena Parabólica de Rejilla de Alta Ganancia para Exteriores EXEMYS es usada para extender el rango de cobertura de la red inalámbrica en una sola dirección. Su diseño de rejilla genera un lóbulo angosto, el cual permite transmitir la señal inalámbrica en distancias extremadamente largas. Como se muestra en la figura 6.94.

Rango incrementado Ya que la Antena Parabólica de Rejilla de Alta Ganancia para Exteriores proporciona 24 dBi, la distancia entre estas dos antenas puede ser de varios kilómetros. Por ejemplo, si se conecta a un access point con una salida de potencia de 1 W, la señal podrá alcanzar distancias de hasta 15 km.

\* Incluso si sus access points están mucho más cerca uno del otro, la antena de rejilla es su mejor opción. El incremento en la ganancia de la señal en la antena genera una señal inalámbrica mucho más fuerte, y una señal más robusta se traduce como una

tasa de transferencia mejorada entre los equipos a prueba de clima, resistente a condiciones severas.

La Antena está hecha con materiales resistentes al agua y a la corrosión, y puede ser usada en interiores o exteriores. Su diseño de rejilla la hace muy resistente a altas velocidades del viento - ofrecen una resistencia equivalente a soportar un huracán Categoría 2.

Evite Cablear en exteriores al usar la Antena Parabólica de Rejilla de Alta Ganancia para Exteriores se evitará el costo y el esfuerzo de tender cables en el exterior entre edificios. Ahora no necesitará perforar el concreto o afectar el ambiente del campus o de los edificios para expandir la cobertura de la red inalámbrica.

\* Para obtener resultados óptimos al extender el rango de su red inalámbrica, se recomienda que consulte a un profesional de servicio para realizar una planeación e instalación apropiadas. La distancia inalámbrica máxima registrada depende del ambiente de instalación y puede variar.

#### **Features:**

- Antena de 24 dBi de ganancia
- Ideal para enlaces inalámbricos en exteriores punto a punto de larga distancia, de hasta 15 km
- A prueba de clima y corrosión
- Soporta vientos con ráfagas de hasta 168 km/h
- Conector tipo N hembra
- Patrones de radiación de 7.7° horizontal y 6.5° vertical
- Para montaje en poste y pared
- Tres años de garantía

#### **Especificaciones:**

##### **Especificaciones Eléctricas:**

Banda de frecuencia: 2.4000 GHz – 2.4835 GHz (Banda Industrial Médica y Científica)

Ganancia: 24 dBi

VSWR: ? 2.0

Polarización: vertical

HPBW/horizontal: 7.7°

HPBW/vertical: 6.5°

Potencia de operación: 10 W

Impedancia: 50 Ohms

Conector: tipo N hembra

### **Características Ambientales y Mecánicas**

Temperatura de operación: -30° C – 80° C

Humedad: 95% RH

Color del domo: Blanco

Material del domo: ABS + resistencia UV

Montaje: zinc-hierro plateado

Peso: 3.0 kg

Diámetro del plato: 600 mm

Diámetro máximo del poste de montaje: 4.8 cm

### **Contenido del paquete**

Antena Parabólica de Rejilla de Alta Ganancia para Exteriores

Piezas de montaje

Guía de instalación rápida

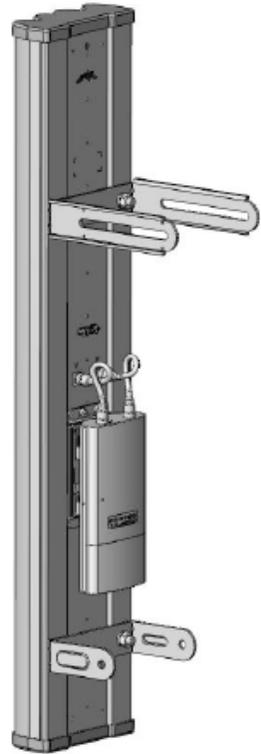
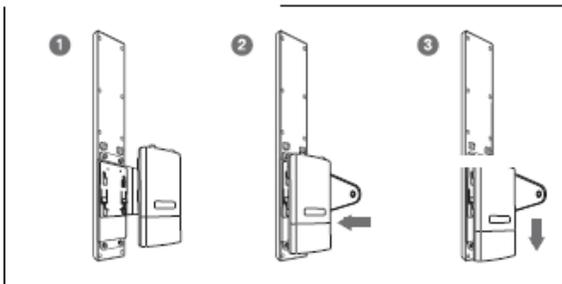
## ANEXO 7

### ANTENA SECTORIAL AIRMAX-UBIQUITI 120°



*Instantly pair with Rocket M5 to create a powerful AirMax 2x2 MIMO PtMP BaseStation. Mating bracket and weatherproof RF jumpers included.*

*rocket M5*



**5GHz AirMax 2x2 MIMO BaseStation Sector Antennas**

Revolutionary, Cost/Performance Breakthrough Carrier Class MIMO BaseStation Antennas



**AirMax Sector 5G-20-90**  
Hi-gain 20dBi, 90deg.



**AirMax Sector 5G-19-120**  
Hi-Gain 19dBi, 120deg.

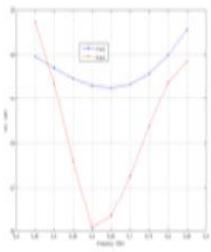
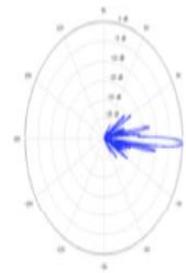
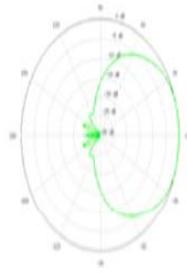


**AirMax Sector 5G-17-90**  
Mid-Gain 17dBi, 90deg



**AirMax Sector 5G-16-120**  
Mid-Gain 16dBi, 120 deg.

**Hi-Gain Airmax Sector 5G-120-19**

Antenna and Electrical Characteristics		Return Loss	V-Pol Azimuth	V-Pol Elevation	H-Pol Azimuth	
	Frequency Range	5.15-5.85 GHz				
	Gain	18.6-19.1dBi				
	Polarization	Dual Linear				
	Cross-pol Isolation	28dB min.				
	Max VSWR	1.5:1				
	H-pol Beamwidth (6dB)	123 deg.				
	V-pol Beamwidth (6dB)	123 deg.				
	Elevation Beamwidth	4 deg.				
	Electrical Downtilt	2 deg.				
	ETSI Specification	EN 302 326 DN2				
	Dimensions	700x145x79 mm				
	Weight	5.9 kg				
Windloading	160 mph					

## ANEXO 8

### EQUIPO PARA ENLACE INALÁMBRICO MARCA UBUIQUITI INCLUYE EQUIPOS DE RADIO ROCKET M5 MIMO - AIRMAX, 2.4 GHZ, ANTENA SECTORIAL 16 DBI

## Overview

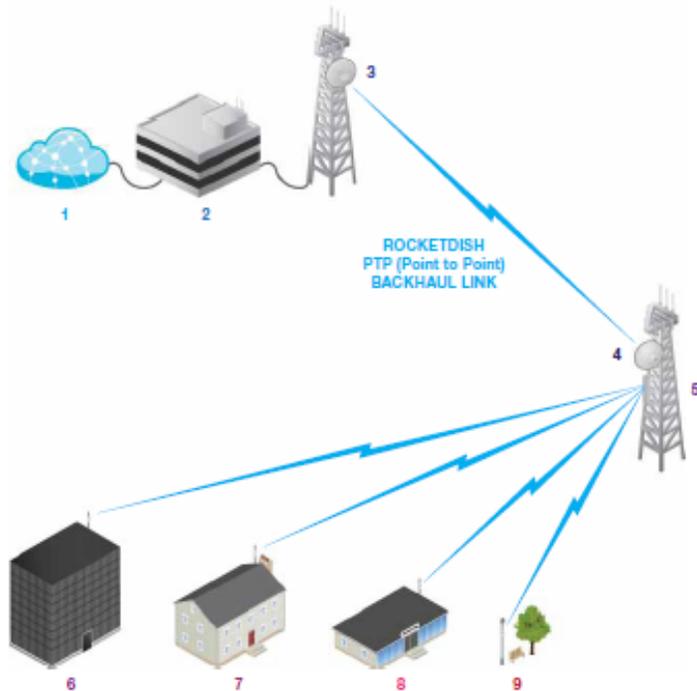
### AirMax 2x2 PtP Dish Antenna

RocketDish is a Carrier Class Dish Antenna that was designed to seamlessly integrate with Rocket M radios (sold separately).

Rocket M combines the "brains" in one robust unit; pair Rocket M with RocketDish to create powerful 2x2 MIMO PtP bridging applications. This seamless integration gives network architects unparalleled flexibility and convenience.

On the right is one example of how RocketDishes can be deployed:

- 1 Internet Backbone
- 2 ISP Network
- 3 RocketDish with Rocket M
- 4 RocketDish with Rocket M
- 5 AirMax BaseStation with Rocket M
- 6 Corporate building with NanoStation M client.
- 7 House with NanoStation M client.
- 8 Small business with NanoStation M client.
- 9 Lightpole with NanoStation M daisy-chained to a PicoStation M to create a wireless hotspot.



### Integrated AirMax Technology

Unlike standard WiFi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) AirMax protocol allows each client to send & receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions & maximizes air time efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, & scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless access.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high speed 50km+ links

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

### GPS Synchronization\*

Pair RocketDish with Rocket M GPS to utilize Ubiquiti AirSync GPS Synchronization technology. AirSync enhances the hardware and software of Rocket M to use GPS signals for precision timing.

**GPS Signal Reporting** AirOS was upgraded to take full advantage of the new GPS hardware in Rocket M GPS units; easily manage/monitor GPS satellite signals.

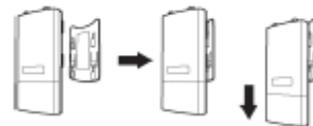
**No Co-location Interference** Synchronized transmission among Rocket M GPS powered BaseStations effectively eliminates co-location interference.

**Seamless AirMax Integration** Rocket M GPS units seamlessly integrate with AirMax BaseStation and RocketDish Antennas.

**Channel Re-use** Frequency reuse for increased scalability.

### Easy Installation

RocketDish Antennas and Rocket M radios have been designed to seamlessly work together.



Installing Rocket M on RocketDish requires no special tools, you simply snap it securely into place with the universal Rocket mount built into the antennas.

# Models



**RocketDish\***

- RD-2G-24 (2.4 GHz, 24 dBi)
- RD-3G-26 (3.3-3.7 GHz, 26 dBi)
- RD-5G-30 (5 GHz, 30 dBi)
- RD-5G-34 (5 GHz, 34 dBi)



**RocketDish Radome\*\***

- RAD-2RD (2 ft / 648 mm)
- RAD-3RD (3 ft / 972 mm)
- Greatly Reduce Wind Load
- Protect Antenna Surfaces from Harsh Environments
- Conceal Antenna Equipment from Public view
- Designed specifically for RocketDish Antennas

# Software\*

## airOS

AirOS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.

**Protocol Support**

**Ubiquiti Channelization**

**Spectral Width Adjust**

**ACK Auto-Timing**

**AAP Technology**

**GPS Signal Reporting\***



## airView

Integrated on all Ubiquiti M products, AirView provides Advanced Spectrum Analyzer Functionality: Waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

**Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.

**Waveform** Aggregate energy collected.

**Real-time** Energy is shown real-time as a function of frequency.

**Recording** Automize AirView to record and report results.



## airControl

AirControl is a powerful and intuitive web based server network management application which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

**Network Map**

**Monitor Device Status**

**Mass Firmware Upgrade**

**Web UI Access**

**Manage Groups of Devices**

**Task Scheduling**



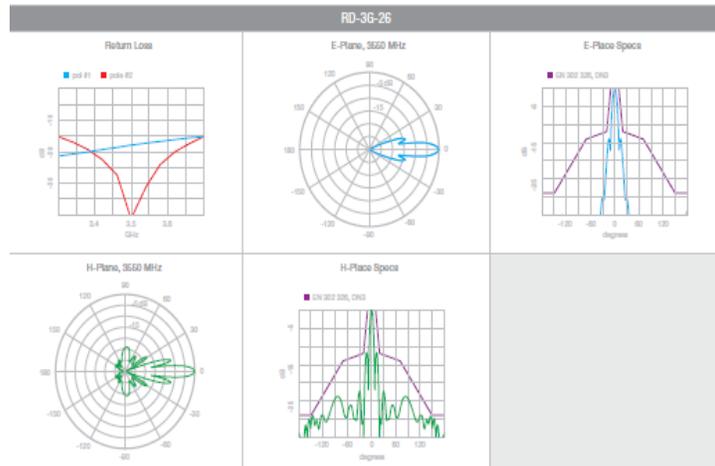
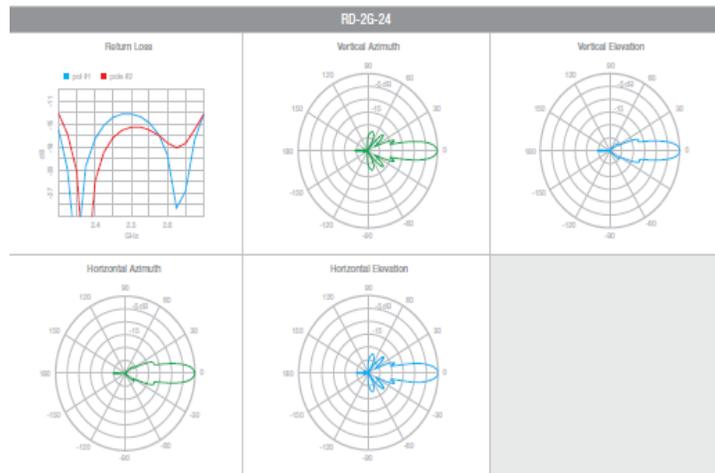
# Specifications

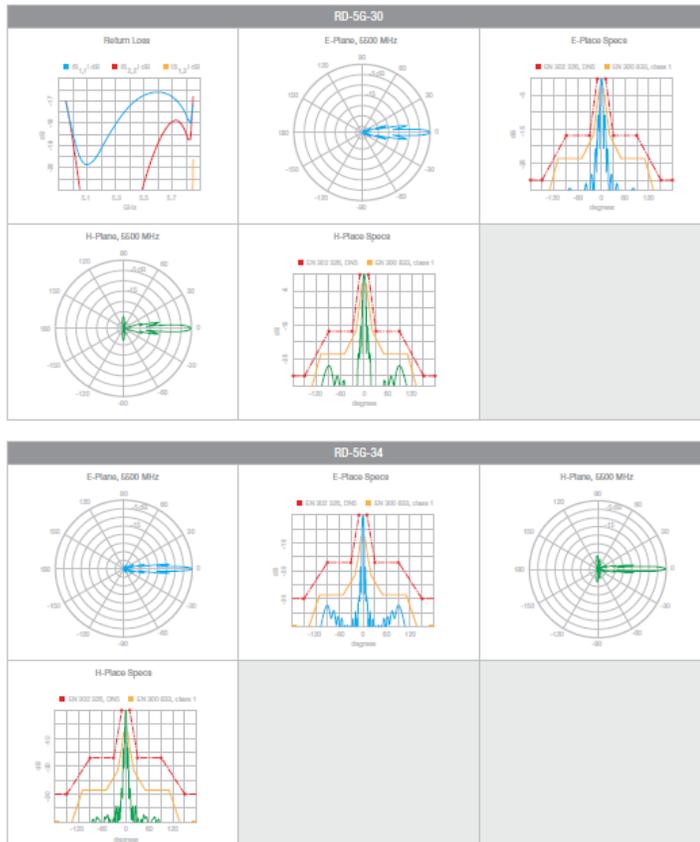
05

Antenna Characteristics				
	RD-2G-24	RD-3G-26	RD-5G-30	RD-5G-34
Frequency Range	2.3-2.7 GHz	3.3-3.8 GHz	5.1-5.8 GHz	
Gain	24 dBi	26 dBi	30 dBi	34 dBi
Hpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (3 dB)	3 deg. (3 dB)
Vpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (6 dB)	3 deg. (6 dB)
F/B Ratio	-50 dB (Rx Dish) -65 dB (Tx Dish)	-33 dB	-34 dB	-42 dB
Max VSWR	1.6:1	1.4:1		
Dimensions	648 mm diameter			1050 mm diameter
Weight	9.8 kg			13.5 kg
Wind Survivability	120 mph			125 mph
Wind Loading	113 lb @ 100 mph			256 lb @ 100 mph
Polarization	Dual Linear			
Cross-pol Isolation	35 dB min			
ETSI Specification	EN 302 326 DN2			
Mounting	Universal pole mount, Rocket M bracket, and weatherproof RF jumpers included			

## Specifications (cont.)

06





## TOUGH Cable

OUTDOOR CARRIER CLASS SHIELDED

Protect your networks from the most brutal environments with Ubiquiti's industrial-grade shielded ethernet cable, TOUGH Cable.

**Increase Performance** Dramatically improve your ethernet link states, speeds, and overall performance with Ubiquiti TOUGH Cables.

**Extreme Weatherproof** TOUGH Cables have been built to perform even in the harshest weather and environments.

**Eliminate ESD Attacks** Protect your networks from devastating ESD Attacks, TOUGH Cables eliminate ESD attacks and ethernet hardware damage.

**Extended Cable Support** TOUGH Cables have been developed to have increased power handling performance for extended cable run lengths.



**LEVEL 1**  
SHIELDING PROTECTION



**LEVEL 2**  
SHIELDING PROTECTION

### Bulletproof your networks

TOUGH Cable is currently available in two versions: Level 1 Shielding Protection and Level 2 Shielding Protection.

**Level 1** is a Category 5e (100Mbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable.

**Level 2** is a Category 6 (1Gbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable that is also capable of providing enhanced Category 5e performance.

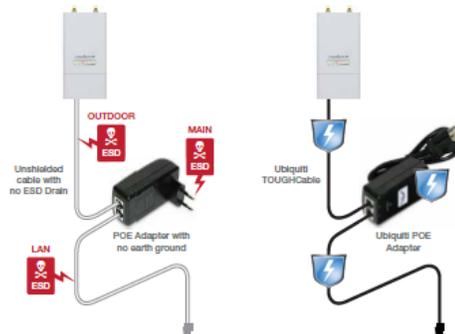
**Additional Information:**

- 24 AWG copper conductor pairs
- ESD Drain Wire: 26 AWG integrated ESD Drain wire to prevent ESD attacks & damage.
- PVC outdoor rated jacket
- 0.35um foil shield
- Multi-Layered Shielding
- 1000ft (304.8m) length

Learn more:  
[www.ubnt.com/toughcable](http://www.ubnt.com/toughcable)

ESD Attacks are overwhelmingly the leading cause for device failures. The diagram below illustrates the areas vulnerable to ESD Attacks in a defenseless network.

By using a grounded Ubiquiti POE adapter (included) along with Ubiquiti TOUGH Cable (sold separately), you can effectively eliminate ESD Attacks.



## ANEXO 9

### SWITCH CISCO 8 PUERTOS SF-100D



Figura 6.95. Switch Cisco 8 puertos  
Fuente: www.cisco.com

### Especificaciones Técnicas

Performance	
Switching capacity	SF100D-08: 1.6 Gbps
Forwarding capacity	Forwarding rate in million packets per second (mpps) (based on 64-byte packets): SF100D-08: 1.4. mpps
Layer 2 Switching	
Head-of-line (HOL) blocking	HOL blocking prevention
Jumbo Frame	9216 bytes
Quality of Service (QoS)	
Priority levels	4 hardware queues
Scheduling	Priority queuing and weighted round-robin (WRR)
Class of service	802.1p priority based
Product Specifications	
Ports	SG100D-08: 8 RJ-45 connectors for 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T ports SG100D-08P: 8 RJ-45 connectors for 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T ports SG100-18: 18 RJ-45 connectors for 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T ports All units: Automatic medium dependent interface (MDI) and MDI crossover (MDI-X); auto negotiated port for connecting 10-, 100-, 1000- Mbps devices
Cabling type	Unshielded twisted pair (UTP) Category 5 or better for 10BASE-T/100BASE-TX; 1000BASE-T recommended
LEDs	System/PWR, Link/Activity, 100M,* PoE, Max PoE, Gigabit,* mini-GBIC* *if present