



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL  
LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y  
COMPUTACION**

**"INCREMENTO DE LINEAS TELEFONICAS PARA EL  
SECTOR DE LA PUNTILLA-CANTON SAMBORONDON  
POR MEDIO DE TELEFONIA INALAMBRICA"**

**PROYECTO DE TOPICO DE GRADUACION**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**ESPECIALIZACION: ELECTRONICA**

**INTEGRANTES:**

**BONILLA KLEVER  
MARTRUS JOSE  
TOBAR MARCOS**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**1998**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios, por otorgarnos el don maravilloso de la vida, por darnos inteligencia y sabiduría y por permitirnos hacer realidad este sueño, la culminación de nuestro tópico.

A nuestros padres y seres queridos, por impartir sus consejos, por su paciencia, comprensión y todo su apoyo en los momentos difíciles, transmitiéndonos fuerza y valor para salir adelante y llegar a triunfar.

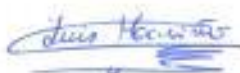
A nuestra querida institución ESPOL, por todos los conocimientos adquiridos en sus aulas, que servirán de base para nuestro desarrollo personal.

Por último, a las personas naturales y jurídicas que colaboraron con la realización de este proyecto

## **DEDICATORIA**

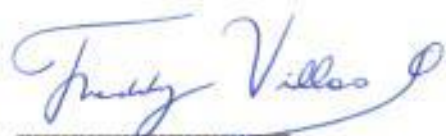
A nuestros padres, seres queridos  
y amigos que estuvieron a  
nuestro lado y nos apoyaron en la  
culminación de este proyecto.

## TRIBUNAL DE GRADUACION



---

**Ing. Luis Alfredo Mariño**  
**Profesor del Tópico**



---

**Dr. Freddy Villao**  
**Miembro del Jurado**



---

**Ing. Raúl Noriega**  
**Miembro del Jurado**

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Titulos Profesionales de la ESPOL)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. M. ...' with a flourish at the end.A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. ...' with a flourish at the end.A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. ...' with a flourish at the end.

## **RESUMEN**

El propósito de este trabajo es diseñar una red de telefonía inalámbrica fija utilizando una nueva alternativa en las telecomunicaciones inalámbricas, como lo es WLL y el estándar DECT.

En el capítulo 1 se presenta los fundamentos de la telefonía inalámbrica, así como una breve descripción de los principales estándares que sustentan esta tecnología.

En el capítulo 2 enfocamos nuestro estudio en el estándar DECT cuyos principios son la base para diversas tecnologías inalámbricas de importancia y que tiene gran acogida y aceptación alrededor del mundo.

En el capítulo 3 hacemos una breve explicación de la teoría del tráfico y de su principal parámetro: la intensidad de tráfico, que es de suma importancia en cualquier dimensionamiento de servicio telefónico.

El capítulo 4 muestra la parte teórica del estudio de propagación y las fórmulas que se utilizarán en el cálculo del enlace microondas.

El capítulo 5 detalla las características técnicas de 2 sistemas de telefonía inalámbrica fija proporcionadas por Ericsson y Alcatel, tecnologías que proporcionan la mayoría de los equipos para las centrales de Guayaquil.

El capítulo 6 presenta las características de la Puntilla, su ubicación y su situación actual en el área de servicios telefónicos.

En el capítulo 7 se realizan los cálculos de dimensionamiento, de cobertura del sistema a utilizarse, así como los cálculos del enlace microondas.

Finalmente en el capítulo 8 nos referimos a la instalación, cronograma de trabajo, costos, operación y mantenimiento del sistema DRA 1900 de Ericsson, tecnología que se aplicó en nuestro análisis final.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
INDICE DE TABLAS.....	XV
INDICE DE MAPAS.....	XVII
INDICE DE ABREVIATURAS.....	XVIII
INTRODUCCION.....	22
<b>I. FUNDAMENTOS DE TELEFONIA INALAMBRICA.....</b>	<b>24</b>
1.1 .CARACTERISTICAS GENERALES.....	24
1.2 .ESTANDARES QUE SUSTENTAN WLL.....	27
1.2.1 .CT2.....	29
1.2.2 .PACS.....	30
1.2.3 .PHS.....	33
1.3.DECT.....	34
<b>II. EL ESTANDAR DECT .....</b>	<b>36</b>
2.1. CARACTERISTICAS GENERALES.....	36
2.2. CAPAS Y SECCIONES.....	40
2.3. DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES TECNICAS	



USADAS EN WLL.....	44 ✓
2.3.1. ACCESO MULTIPLE POR UBICACION FIJA.....	45 ✓
2.3.1.1. FDMA.....	45 ✓
2.3.1.2. TDMA.....	46 ✓
2.3.1.3. DCA.....	53 ✓
2.3.1.4. CDMA.....	54 ✓
2.3.2. ACCESO MULTIPLE ASIGNADO POR DEMANDA.....	57 ✓
2.3.3. ACCESO ALEATORIO.....	58
2.4. TECNICAS DE MODULACION.....	59 ✓
2.5. CODIFICACION - DECODIFICACION ADPCM.....	62
<b>III. INTENSIDAD DE TRAFICO.....</b>	<b>65</b>
3.1. GENERALIDADES.....	65
3.2. GENERACION DE TRAFICO.....	67
<b>IV. PROPIEDADES DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....</b>	<b>72</b>
4.1. GENERALIDADES.....	72
4.2. REFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....	72
4.2.1. FACTOR K (REFRACCION DEL RADIO DE CURVATURA).....	74
4.2.2. LINEA DE VISTA AL HORIZONTE REAL Y MODIFICADO.....	76

4.3. REFLEXION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....	78
4.3.1. CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXION.....	79
4.3.1.1. EN UNA SUPERFICIE PLANA.....	80
4.3.1.2. EN UNA SUPERFICIE ESFERICA.....	81
4.4. DIFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....	83
4.5. ZONAS DE FRESNEL.....	84
4.6. CONSIDERACIONES TOMADAS EN LOS CALCULOS DE PROPAGACION.....	84
4.6.1. CONSIDERACIONES ANALITICAS SOBRE UN PERFIL.....	85
4.6.2. PERDIDAS POR ESPACIO LIBRE.....	86

## **V. CARACTERISTICAS DE EQUIPOS DE TELEFONIA**

<b>INALAMBRICA.....</b>	<b>88</b>
5.1. TECNOLOGICA ERICSSON (DRA 1900 ).....	88
5.1.1. CONTROLADOR DE RADIO DE NODO-RNC.....	92
5.1.2. NODO DE ACCESO DECT-DAN.....	96
5.1.2.1. CAPACIDAD.....	101
5.1.3. UNIDAD DE ACCESO FIJA-FAU.....	104
5.1.3.1. INSTALACION.....	106
5.1.3.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	107
5.2. TECNOLOGIA ALCATEL ( A9800 R2 ).....	109

5.2.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	111
5.2.2. ESTACION BASE CENTRAL XBS.....	111
5.2.3. MULTUESTACION XBS.....	115
5.2.4. ESTACION OAM.....	116
5.2.5. ESTACION RADIO CENTRAL RSC.....	116
5.2.6. ESTACION RADIO TERMINAL RST.....	118
5.2.7. ESTACION RADIO NODAL RSN.....	120
5.2.8. SUBSISTEMA SIN HILOS.....	121
5.2.9. OPERACION.....	126

## **VI. CARACTERISTICAS DE LA ZONA LA PUNTILLA.....** *Sumo* 128

6.1. SITUACION POLITICA Y UBICACION GEOGRAFICA.....	128
6.2. SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA ZONA.....	131

## **VII. DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA LA PUNTILLA.....** 135

7.1. GENERALIDADES.....	135
7.2. DIVISION DE LA PUNTILLA EN CELDAS SEGUN LA INTENSIDAD DE TRAFICO DE LA ZONA.....	135
7.2.1. SISTEMA ERICSSON.....	141
7.2.2. SISTEMA ALCATEL.....	144
7.3. PARAMETROS Y CALCULOS FINALES DEL DISEÑO.....	146

<b>VIII. INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL</b>	
<b>SISTEMA DRA 1900</b> .....	161
8.1. INSTALACION.....	161
8.1.1. CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	162
8.1.2. COSTOS.....	162
8.2. OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	170
BIBLIOGRAFIA .....	173

## INTRODUCCION

La necesidad de satisfacer los requerimientos de una población, cada vez más creciente, que demanda por servicios telefónicos eficientes y oportunos, ha hecho que las empresas líderes en telecomunicaciones desarrollen nuevos sistemas con tecnologías avanzadas, que ofrecen diferentes servicios con mayor agilidad y flexibilidad. Precisamente, un sistema que está teniendo gran auge en diferentes partes del mundo, y con buenos resultados, debido a que presenta una solución ideal a la sección de la red que parte desde la central telefónica local hasta la oficina u hogar del abonado, con tecnología que permite una inversión inicial muy baja, costos muy bajos de operación, mantenimiento y administración de la red, es la telefonía inalámbrica en el bucle del abonado, cuyos principios básicos son los mismos de la telefonía móvil celular pero con ciertas diferencias que serán expuestas en el desarrollo del tema.

El objetivo de este proyecto es utilizar las ventajas que presenta esta alternativa para incrementar el número de líneas telefónicas en una zona de la provincia del Guayas, La Puntilla, que consideramos presenta las características apropiadas (como crecimiento económico, urbanístico y poblacional) y que actualmente tiene un déficit en el

servicio telefónico, y que puede servir como base para estudios posteriores en otras zonas de la provincia.

A lo largo de este proyecto revisaremos fundamentos teóricos, estándares y tecnología que sustentan a la telefonía inalámbrica, así como detallaremos la implementación misma del sistema basándonos en las características de los equipos a usarse, cobertura del sistema y otros parámetros que serán expuestos en los capítulos respectivos.

## CAPITULO I

### FUNDAMENTOS DE TELEFONIA INALAMBRICA

#### 1.1. CARACTERISTICAS GENERALES

El sistema **WLL** (Wireless Local Loop), Sistema Inalámbrico en el bucle de abonado, es una aplicación de las técnicas celulares que permite la conexión de suscriptores fijos usando teléfonos estándares o inalámbricos en áreas urbanas y rurales y que permiten que los servicios existentes en una **PSTN** (Public Switching Telephone Network) como conexión de fax y el uso de modems, se mantengan. Ver figura 1.1.

La revolución de las comunicaciones móviles empezó con la llegada de la tecnología radio celular y la introducción amplia de los servicios de telefonía móvil celular. Esto se constituyó en un ingrediente principal para el desarrollo de nuevos estándares (**DECT** -Digital European Cordless Telecommunications- en Europa, **PHS** -Personal Handyphone System- en Japón, etc) que

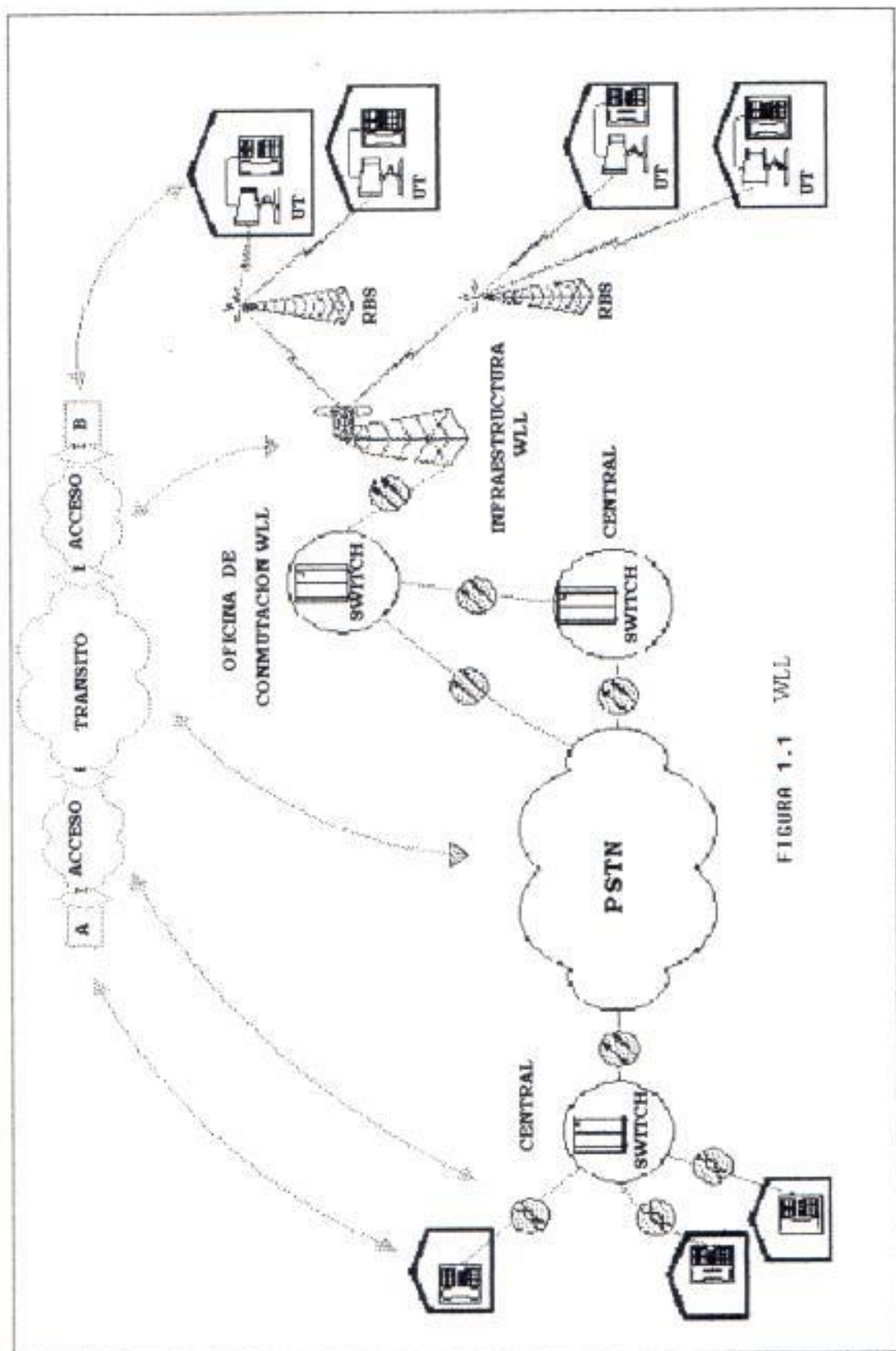


FIGURA 1.1 WLL



han sido adoptados por varios países alrededor del mundo y que involucran conceptos de WLL.

Estos estándares se basan en que el rol principal del radio hoy en día no es la de cubrir grandes distancias, sino de proporcionar flexibilidad y comodidad de acceso inalámbrico a la infraestructura de las telecomunicaciones de corto rango. A más de este punto, es importante considerar también los costos de implementar este sistema. Al ser cada vez más populares las redes de telefonía móvil celular por todo el mundo, los costos de sus componentes fueron disminuyendo continuamente; por el contrario los costos de instalar redes de acceso de telefonía tradicional, iban aumentando. La red secundaria de acceso, el último tramo de cobre hasta los abonados, representa en cifras redondas una cuarta parte de las inversiones totales en una red de telecomunicaciones y una gran proporción de estos costos están destinados al trabajo empleado en la instalación. En más y más casos la solución más económica para las redes de acceso es decisivamente la de usar radio.

Otro factor importante a tomar en cuenta es la capacidad de atender mucho más rápido a un suscriptor. En zonas en la que

la red secundaria no existe, WLL puede usarse para conectar grandes números de nuevos abonados muy rápidamente, en comparación con el tiempo necesario para instalar una red cableada. La construcción de la red de acceso no puede hacerse al ritmo de la demanda de servicios, los resultados son largas listas de espera, clientes descontentos y grandes pérdidas de ingresos potenciales.

Pero WLL puede desempeñar un papel importante en zonas con una red fija, ya bien extendida. Una empresa operadora, ya establecida, puede usar WLL para proveer a los abonados ya existentes líneas adicionales, por ejemplo para fax y modems, sin tener que ampliar la red cableada.

Sin duda alguna WLL es una alternativa que presenta muy buenas características a los diferentes problemas que presenta el sistema tradicional.

## **1.2. ESTANDARES QUE SUSTENTAN WLL**

Los sistemas de telefonía móvil inalámbricos pueden ser divididos en 3 generaciones. La *primera generación*, introducida a

principios de los 90's, usó tecnología de telefonía celular analógica. Los sistemas de *segunda generación* usan técnicas digitales para transmitir la voz y proveen de llamadas con características avanzadas y algunos servicios especiales. Los *sistemas de tercera generación* que saldrán al mercado en un futuro cercano, esperan integrar diferentes servicios, incluyendo servicios de información de banda ancha, que no pueden ser cubiertos por la tecnología de la segunda generación.

Hay dos categorías en los sistemas de segunda generación. Los **sistemas de alta velocidad** que se caracterizan por tener transmisores de alta potencia, estaciones base con coberturas en el orden de los kilómetros y suscriptores moviéndose a velocidades altas (por ejemplo en vehículos). Los **sistemas de baja velocidad** sirven a suscriptores que se mueven a bajas velocidades (por ejemplo a pie), tienen transmisores de baja potencia con una cobertura de cientos de metros a unos pocos kilómetros.

Los sistemas de segunda generación usan técnicas digitales avanzadas para procesar, comprimir, codificar y controlar las señales con el fin de usar eficientemente el ancho de banda,

prevenir el espionaje y el uso inautorizado de las redes, así como soportar servicios adicionales (ejemplo correo de voz, llamadas de 3 vías, transmisión de texto).

Dentro de los estándares de los sistemas celulares digitales de alta movilidad tenemos: **GSM** (Global System Mobile Communications), **IS-95**, **IS-136**, y **PDC** (Pacific Digital Cellular). Ver tabla I.

Dentro de los de baja movilidad tenemos: **PHS** (Personal Handyphone System), **DECT** (Digital European Cordless Telecommunications), **CT2** (Cordless Telephone) y **PACS** (Personal Access Communications System). Ver tabla II.

En nuestro estudio nos basaremos en los sistemas de baja movilidad, característica de la telefonía inalámbrica fija.

### 1.2.1. CT2

Se desarrolló en Europa y fue disponible desde 1989. CT2 ubica 40 canales **FDMA** (Frequency Division Multiple Access) con una velocidad de codificación de la voz de 32

kbps. Para un usuario las señales que van tanto de la base al handset (equipo de usuario), como del handset a la base son transmitidas en la misma frecuencia. Este modo de duplexación es conocido como **TDD** (Time Duplex Division).

### 1.2.2. PACS

Es un sistema de baja potencia desarrollada por la Bellcore y es un estándar en los Estados Unidos. PACS fue diseñado para WLL así como también para servicios de comunicación personal. Este sistema usa **TDMA** (Time Division Multiple Access) con 8 canales de voz por frecuencia portadora. Al igual que CT2, la velocidad de codificación de la voz es de 32 kbps. Pero a diferencia de CT2, PACS usa **FDD** (Frequency Duplex Division). De esta forma, PACS soporta enlaces de comunicación de dos vías, con diferentes frecuencias para cada una de ellas. Aunque versiones mejoradas permiten el modo TDD.

PACS provee una alta calidad de voz con retardos extremadamente pequeños (menos de 5ms), lo que lo

convierte en un candidato ideal para los sistemas satelitales.

<b>SISTEMA</b>	<b>IS-95</b>	<b>GSM</b>	<b>IS-136</b>	<b>PDC</b>
REGION	TODO EL MUNDO	TODO EL MUNDO	AMERICA	JAPON
METODO DE ACCESO	CDMA	FDMA/TDMA	FDMA/TDMA	TDMA
BANDAS DE FRECUENCIA (MHZ)	824-849 869-894 1850-1910 1930-1990	890-915 935-960 1710-1785 1805-1885 1850-1910 1930-1990	824-849 869-894	810-826 940-956 1429-1441 1453-1465 1477-1489 1501-1513
ESPACIO ENTRE PORTADORAS (KHZ)	1250	200	30	25
CANALES POR PORTADORA	CAPACIDAD PEQUEÑA (limitada por ruido e interferencias)	8	3	3

**Tabla I. Comparación de Sistemas Digitales de Alta Movilidad.**

<b>SISTEMA</b>	<b>CT2</b>	<b>DECT</b>	<b>PHS</b>	<b>PACS</b>
<b>REGION</b>	EUROPA, CANADA	EUROPA	JAPON	EEUU
<b>METODO DE ACCESO</b>	FDMA	FDMA/TDMA	FDMA/TDMA	FDMA/TDMA
<b>BANDA DE FRECUENCIAS (MHZ)</b>	864-868 944-949	1880-1900 1910-1930	1895-1918	1850-1910 1930-1990
<b>ESPACIAMIENTO DE PORTADORAS (KHZ)</b>	100	1728	300	300
<b>NUMERO DE PORTADORAS</b>	40	10	77	16 POR PAR
<b>CANALES POR PORTADORA</b>	1	12	4	8 POR PAR

**Tabla II. Comparación de Sistemas Digitales de Baja Movilidad.**

### 1.2.3. PHS

Es un estándar para comunicaciones inalámbricas desarrollado por algunas compañías líderes en telecomunicaciones. Fue lanzado en 1995 en Japón y para 1996 cerca de 3,2 millones de personas ya estaban disfrutando de sus beneficios.

El concepto de PHS es proveer un servicio conveniente como el que brinda el teléfono convencional que lo hace de una forma económica y barata. Para lograr esto es esencial usar la red existente más que construir una red separada como se hacen en los servicios celulares.

PHS usa tecnologías de asignación de canal dinámica y control de canal de radio descentralizado y autónomo lo cual permite a un operador lograr eficiencia y flexibilidad en el uso de las frecuencias, así como evitar un estudio laborioso de planificación de frecuencias.

Este estándar también ofrece capacidad de transmisiones de 32 kbps mediante codificación **ADPCM**



(Adaptive Differential Pulse Code Modulation), y usa operación de banda simple mediante la tecnología TDD.

### 1.3. DECT

La Comisión Europea ha especificado a DECT como el estándar obligatorio para los sistemas digitales sin hilos en toda Europa. Este estándar se finalizó en 1992 y llegó a ser adoptado por Estados Unidos en enero de 1993. Los miembros fundadores del Forum DECT originalmente fueron Alcatel, Ericsson, Nokia, Philips y Siemens. A la fecha 26 países han adoptado el estándar DECT y otros 11 están en el proceso de ubicar las frecuencias para este sistema .

El estándar DECT fue diseñado para conexiones de voz y datos sobre distancias relativamente cortas, pero con una alta densidad de usuarios, que lo diferencia de los sistemas totalmente móviles como GSM y DCS1800. En una aplicación para central empresarial sin hilos, las estaciones base DECT proveen cubrimiento de "picocélulas" con un radio entre

20 y 300 metros de acuerdo con las condiciones del edificio en que se instalan.

En el siguiente capítulo hablaremos del estándar DECT, que ha sido adoptado tanto por Ericsson como por Alcatel para sus sistemas de telefonía inalámbrica fija y cuyas tecnologías serán parte de nuestro estudio para la implementación de las líneas telefónicas en la Puntilla.

## **CAPITULO II**

### **EL ESTANDAR DECT**

#### **2.1. CARACTERISTICAS GENERALES**

DECT usa un interfaz multicanal de radio, con acceso múltiple, duplex por división en el tiempo (MC-TDMA/TDD), y opera tanto en la banda de frecuencias de 1880 - 1900 Mhz como en la de 1910 - 1930 Mhz. La anchura de banda de radio en sistemas DECT se fracciona en diez portadoras en el dominio de la frecuencia. Cada uno de estas portadoras se subdivide de nuevo en el dominio del tiempo, en un ciclo de  $2 \times 12$  intervalos elementales de tiempo (duplex) que se van repitiendo. Una llamada telefónica emplea uno de estos intervalos, alternando entre emisión y recepción de datos. De esta forma cada portadora puede ser empleada hasta por 12 usuarios simultáneos bidireccionales.

El tráfico de voz en DECT usa codificación ADPCM con 32 kbps, y además la voz se encripta para máxima seguridad con el fin de

evitar el espionaje telefónico. Esta velocidad binaria le dá una característica de calidad de voz mucho mejor que cualquiera de los estándares de la red celular digital.

Esta calidad de voz superior con DECT tiene importantes consecuencias para los servicios que puede proveer. Por ejemplo, una red DECT permite usar modems y fax con velocidades más altas que las que una red celular puede alcanzar. La especificación DECT permite también establecer conexiones **ISDN** (Integrated Service Digital Network) básicas a tasa binaria plena (144 kbps) por la red de radio. Para ello se usa facilidades que permiten que una llamada ISDN use varios intervalos elementales en lugar de uno solo, como ocurre en una llamada telefónica ordinaria.

Los sistemas DECT usan la técnica denominada "Selección Continua Dinámica de Canal" **CDCS** (Continuous Dynamic Channel Selection).<sup>3</sup> Esta característica le permite al terminal de usuario monitorear constantemente todas las portadoras de radio disponibles y seleccionar la portadora con mejor relación de señal a ruido. De esta manera se garantiza que la llamada se cursará por el mejor canal disponible.\* Este proceso es

completamente transparente para el usuario. Con DECT no es necesaria ninguna planificación de frecuencias. Cada transceptor de estación base puede usar cualquiera de los canales de radio y de los intervalos de tiempo disponibles dentro del espectro completo de DECT. En efecto, la red se encarga de su propia planificación de frecuencias, lo que significa que es muy fácil instalar capacidad adicional, simplemente adicionando estaciones base.

Puede afirmarse en términos generales que la mejor aplicación de las soluciones DECT de acceso por radio es en ambientes de alta densidad, es decir zonas urbanas, y suburbanas, e incluso zonas rurales, a condición de que los abonados estén más o menos repartidos en grupos, por ejemplo en pequeñas poblaciones (aunque DECT no es apropiado en zonas en las que los abonados están muy dispersos).

En ambientes de alta densidad es probable que DECT deberá de ser más económico que otras tecnologías de bucle de abonado. Ello se debe a que la interfaz de radio de DECT, con doce intervalos de tiempo duplex por canal de radio, permite que un solo transceptor tramite doce llamadas telefónicas simultáneas,

en comparación con una llamada por transceptor en soluciones WLL analógicas. Esto implica en principio costos muy bajos de infraestructura por abonado en zonas en que se necesita, y se usa alta capacidad de tráfico. Ninguna otra tecnología puede ofrecer actualmente la misma capacidad de tráfico por transceptor. En la tabla III se comparan estándares DECT y PHS.

ITEM	PHS	DECT
<b>EFICIENCIA DE LA FRECUENCIA DE RADIO</b>	(300 KHZ,4CH)X 3RF (75 Khz / ch)	1728 Khz, 12 ch (144 Khz / ch )
<b>ZONA DE COBERTURA</b>	300-500m ( 384 Kbps )	100 - 150m ( 1152 Kbps )
<b>DENSIDAD</b>	77 RF DCA	10 RF DCA
<b>POSIBILIDAD DE INTERFERENCIA</b>	LOW LARGER CLUSTER SIZE FOR FRECUENY RE- USE	HIGH SMALLER CLUSTER SIZE FOR FRECUENY RE- USE
<b>CALIDAD DE LA VOZ</b>	32 Kbps ADPCM	32 Kbps ADPCM

**TABLA III. COMPARACION ENTRE ESTANDARES DECT Y PHS**

## 2.2. CAPAS Y SECCIONES

En general el estándar está dividido en 10 capas y secciones.

### ➤ La Capa Física. -

Especifica los parámetros de radio, tales como: frecuencia, temporización, y potencia, sincronismo de bit y ranura de tiempo, así como funcionamiento para el transmisor y el receptor.

Rango de Frecuencia (Mhz)	1880-1900; 1910 - 1930
Número de Portadoras RF	10
Número de frames sobre la portadora RF	1
Duración del frame	10 ms
Número de ranuras de tiempo en un frame	24
Sub-frames en un frame	2 (una para Tx y otra para Rx)
Número de ranuras de tiempo en un sub-frame de Tx	12
Número de ranuras de tiempo en un sub-frame de Rx	12
Método de acceso	FDMA/TDMA/TDD
Técnica de modulación	GFSK
Filtro Banda Base	BT= 0,5 (Gaussian)

Velocidad de datos	1152 kbps
Desviación FM	288 kHz
Espaciamiento de canal	1,728 Mhz
Número de canales de voz por RF	12/24
Codec de la voz	32 kbps ADPCM
Potencia pico	250 mW (24dBm)

➤ *La Capa de Acceso Medio de Control .*

Se emplea para el establecimiento de la conexión entre el terminal y las estaciones radio base. Todas las estaciones radio base transmiten una señal piloto que permite a los terminales seleccionar una de ellas sin que se requiera una transmisión.

➤ *La Capa de Control de Enlace de Datos .*

Ofrece enlaces altamente confiables a la capa de red. Además de información de señalización, ofrece una gama de servicios alternos que varían entre transmisión sencilla, transmisión de voz sin codificación y transmisión conmutada de paquetes con varios niveles de protección.



➤ *La Capa de Red .*

Es la que se encarga de la señalización del estándar y especifica el intercambio de mensajes entre las estaciones radio base y los terminales para el establecimiento, mantenimiento y finalización de llamadas. Un grupo de servicios tal como Administración de Movilidad es particularmente importante debido a que ofrece movilidad a los terminales a través del empleo de procedimientos de registro y verificación de los mismos.

➤ *La Sección de Identidad y Direcciones .*

Permite que cada pieza del equipo manufacturada bajo el estándar tenga su propia identidad. La estructura es altamente flexible y está en capacidad de trabajar con la infraestructura de un sistema huésped, por ejemplo GSM .

Características de seguridad cubren las rutinas para validación de terminales y estaciones radio base. Los algoritmos criptográficos son considerados en esta sección.

➤ *La Sección de Codificación de Voz y Transmisión .*

Especifica el tipo de codificación que será empleado. Como se vió anteriormente DECT emplea un codec ADPCM a 32 kbps. El

control del eco también se considera y se especifica que debe estar relacionado con los retardos introducidos por los sistemas de transmisión. Se realizó un gran esfuerzo para asegurar que los equipos DECT lleguen a cumplir con las recomendaciones del estándar para la interconexión con las redes públicas telefónicas.

➤ *El Perfil de Acceso Público (PAP)* .

Cubre en detalle las especificaciones de los equipos que deben ser empleados para acceso a las redes públicas y que puedan ser vistos como el nivel más elevado de estandarización dentro de DECT.

➤ *La Sección de Algoritmos de Criptografía* .

Especifica los detalles de los algoritmos de validación.

➤ *Las Pruebas de Homologación* .

Especifican los procedimientos de prueba que se deben realizar al equipo para cumplir con las regulaciones.

Además del Perfil de Acceso Público, existe otros tipos de perfiles. Uno de los más importantes es el *Perfil de Acceso*

Genérico, debido a que es más robusto y menos abierto a interpretaciones que el PAP. Está orientado a especificar el terminal que operará en el hogar, oficina o lugar público sujeto a derechos de acceso. Los perfiles bajo diseño consideran interconexión a redes GSM, Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN) y transmisión de datos.

### **2.3. DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES TECNICAS USADAS EN WLL**

En la mayoría de los sistemas inalámbricos modernos, múltiples usuarios comparten el mismo ancho de banda, creándose la necesidad de tener un protocolo que asegure un acceso al canal en forma eficiente y equitativa. Las características de acceso al canal inalámbrico son complicadas por la naturaleza variable y estadística del tráfico del usuario : por ejemplo en el tráfico de voz típicamente se usa el 40 % del tiempo del canal. Además, la mayoría de nuevas aplicaciones no exhiben un flujo simétrico de datos en las 2 vías. Esta variabilidad y asimetría crean la necesidad de nuevas estrategias de acceso para las redes integradas digitales.

El compartimiento del canal a través de los modos de: **Ubicación Fija**, **Asignado por demanda** o por **Ubicación Aleatoria**, se denomina **acceso múltiple**. Las tres técnicas básicas de acceso múltiple - **FDMA**, **TDMA** y **CDMA** - pueden ser implementadas en cualquiera de los tres modos .

### **2.3.1. ACCESO MULTIPLE POR UBICACION FIJA.-**

Las técnicas de acceso múltiple por ubicación fija asignan canales dedicados a múltiples usuarios a través de algún tipo de recurso de división de canal . Las asignaciones son hechas mediante un protocolo por la duración de la transmisión.

A continuación hablaremos de las tres técnicas que más se aplican en los sistemas **WLL**.

#### **2.3.1.1. FDMA.**

FDMA (Acceso Múltiple por División en la Frecuencia), es uno de los sistemas más ampliamente usados, y el más fácil de entender.

Cada uno de los usuarios es ubicado en una banda de frecuencia única, que ellos pueden usar en forma exclusiva. Las radios comerciales y los canales de televisión son un claro ejemplo de esta técnica. Mediante el uso de potencias menores los radios, teléfonos inalámbricos y walkietalkies usan este sistema también.

#### 2.3.1.2. TDMA.

TDMA (Acceso Múltiple por División en el Tiempo) tiene como principio básico crear canales de voz múltiple dentro de la misma portadora de radio mediante la división en el dominio del tiempo. La tecnología de radio TDMA es también la base de 3 de los principales estándares celulares digitales: **GSM**, **D-AMPS** y **PDC**.

En el estándar DECT, los 20 Mhz del espectro de radio son manejados como sigue. Hay 10 portadoras (canales de radio) cada uno de 1,728

Mhz. Cada portadora es dividida en 12 ranuras de tiempo **duplex**, es decir 12 para transmitir y 12 para recibir, dando un total de 24 ranuras, lo que permite 12 llamadas simultáneas. Estas 24 ranuras de tiempo se conocen como un frame.

Cada frame es de 10 ms de duración, con 5 ms para transmitir y 5 ms para recibir los sub-frames (Ver figura 2.1). Cada sub-frame de transmisión y de recepción consiste de 12 ranuras de tiempo, cada una con una duración de  $416,67 \mu\text{s}$  (480 bits). Esto se traslada a una velocidad de bit de 1152 kbps ( $480\text{bits}/416,67 \mu\text{s}$ ). Las ranuras de tiempo de Tx y Rx son denotadas con T1, T2, ... y R1, R2, ... respectivamente.

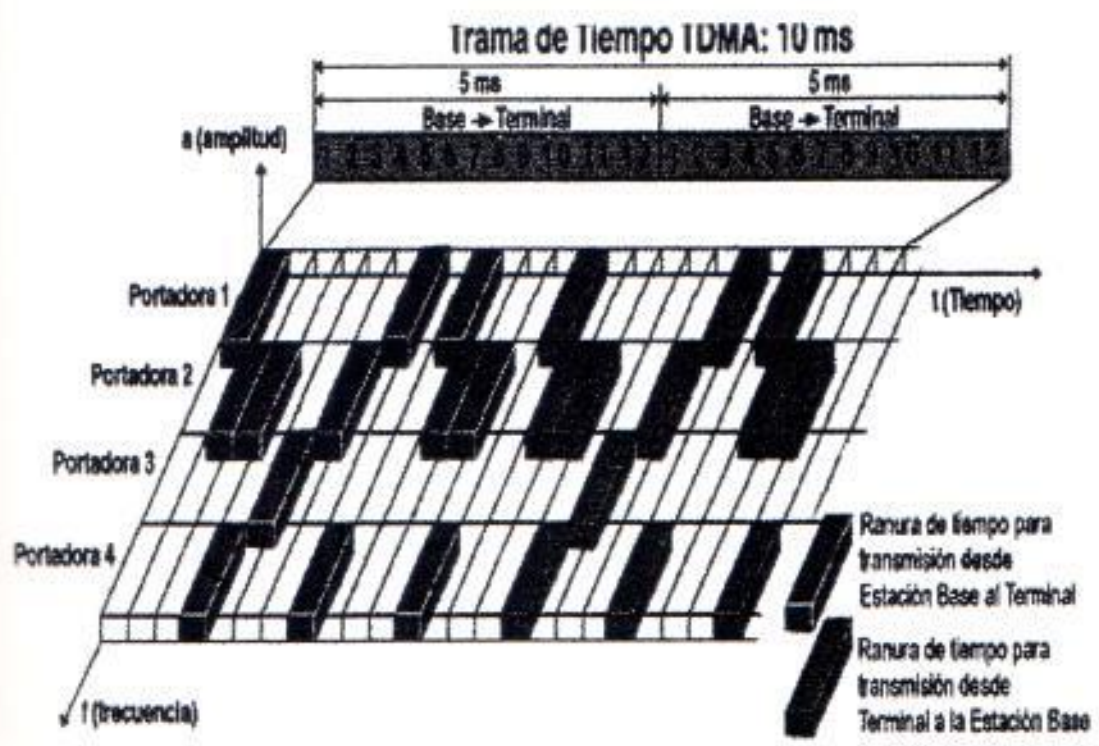
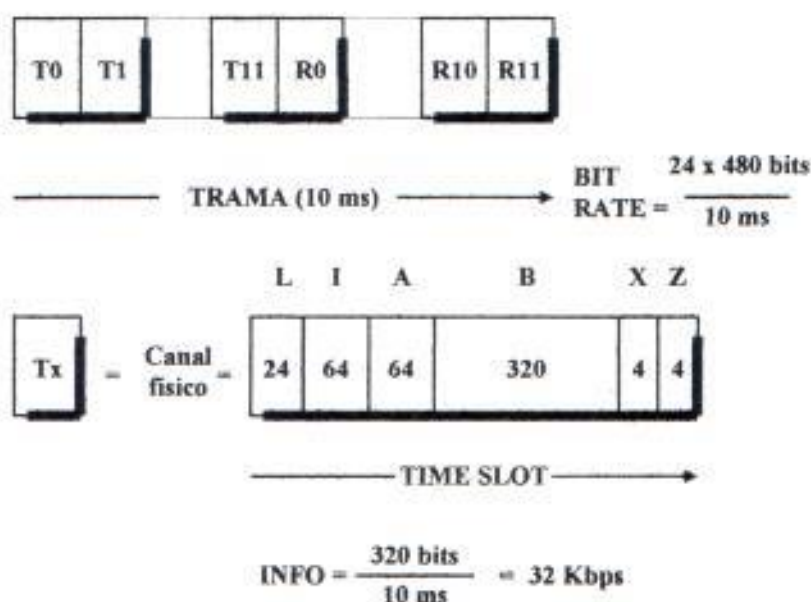


FIGURA 2.1. Trama TDMA.

Las estructuras de trama se describen en la figura 2.2. Todos los canales lógicos se multiplexan en un canal físico. Los campos **L** e **I** contienen información de sincronización y control.

Los campos **X** y **Z** son dos grupos iguales de 4 bits calculados a partir de los 320 bits de información contenidos en el campo **B**. Se usan para estimar los errores de transmisión aérea sobre el campo B, de forma que puedan ser considerados bits de control.



**FIGURA 2.2. Estructura de la trama TDMA**



Cuando un enlace de comunicación se establece, el mismo número de ranura de tiempo es asignado para transmitir y recibir. Una estación base establece enlaces con un número de usuarios mediante la asignación de diferentes ranuras de tiempo a sus handsets. Estas ranuras de tiempo pueden, o no, estar en la misma frecuencia portadora. Durante cualquier ranura de tiempo, una estación base está o transmitiendo, con el receptor apagado, o recibiendo con el transmisor apagado. Ni la ranura de tiempo, ni la frecuencia portadora es pre-asignada a una estación base DECT, debido a que las ranuras sobre las portadoras son asignadas en base a una Ubicación Dinámica de Canal, que es una de las mejores características del sistema DECT.

Un grupo de 16 frames, numerados desde 0 hasta 15 forman un multiframe.

Un solo transceptor es necesitado por cada portadora. Con 10 portadoras la capacidad es de 120 canales.

Una característica importante de esta tecnología de división en el tiempo es que un teléfono inalámbrico individual está solamente transmitiendo o recibiendo por 2 de las ranuras disponibles. Por el tiempo restante puede estar haciendo otras cosas, como por ejemplo puede ser usado para llevar una señal de llamada en espera y permitir al usuario conmutar entre las dos llamadas.

En un sistema de comunicación inalámbrica de negocios, el uso más importante de las otras ranuras es monitorear todas las otras frecuencias y ranuras, para ver si hay una señal mejor que esté disponible. Si una señal en mejores condiciones es encontrada sobre otro canal, entonces la llamada se transfiere transparentemente a este canal.

En la transmisión de datos pueden ser usados dos tipos de formatos: **protegidos** y **no protegidos**. Si el formato no protegido es usado, sólo 4 bits son usados para la redundancia y detección de interferencia parcial. En el caso de formato protegido el dato de usuario transmitido es dividido en subcampos de 80 bits. Los últimos 16 bits de los subcampos son usados para control de errores **CRC** (Código de Redundancia Cíclica), el cual es usado para la protección de errores de los bloques de datos de 64 bits. En la mayoría de los casos el dato es transmitido mediante el uso de ranuras de tiempo llenas. EL campo de datos de una de estas ranuras de tiempo consiste de 320 bits o 240 bits en los casos de formato no protegido y protegido respectivamente. En la práctica esto significa que los datos viajarán a una velocidad de 32 Kbps en el formato no protegido, y de 24 Kbps en el formato protegido.

### 2.3.1.3. DCA.

El mecanismo para selección de canal en DECT es conocido como ubicación de canal dinámico (Dynamic Channel Allocation -DCA-). En DCA cada canal TDMA está disponible para los usuarios en todas las celdas. DCA está basado en un control distribuido donde la selección del canal es realizado por el terminal móvil DECT. Esto hace innecesario la planificación de frecuencias y reduce el tráfico de señalización causado por el control centralizado. En DCA el terminal móvil mide y mantiene una lista de canales uplink que no están usados. Si el nivel de interferencia medido en un canal está por debajo de cierto umbral, el canal es considerado como libre. Cuando la interferencia del canal está por arriba del umbral definido, el canal es descartado. Una característica muy interesante en DECT es como los recursos de radio son administrados. Durante la fase de establecimiento de llamada, el terminal DECT

selecciona el nuevo canal de transmisión TDMA. La selección está basada sobre una lista de canales libres que también es mantenida por el terminal DECT.

#### **2.3.1.4. CDMA.**

CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) es una técnica de comunicación digital que ha sido usado en aplicaciones militares por muchos años. Se basa fundamentalmente en la “expansión” del espectro mediante el uso del ruido como onda portadora, sugerido por primera vez por Claude Shannon, logrando que el ancho de banda se amplíe mucho más de lo requerido para una simple comunicación punto a punto.

El uso de CDMA para aplicaciones WLL es nuevo. Fue propuesto teóricamente al final de 1940, pero la aplicación práctica civil en el mercado no tuvo lugar sino hasta 40 años después, gracias a

los significativos avances tecnológicos logrados en ese entonces.

Los sistemas tradicionales transmiten una sola señal fuerte (tal vez intermitentemente), sobre un ancho de banda estrecho. CDMA trabaja en forma inversa, envía una señal débil pero de banda ancha. La señal portadora de información es mezclada con una señal digital de ancho de banda mayor y de mayor velocidad que lleva un código ortogonal único (esta señal es referida como una *secuencia de pseudo-ruido*). La señal mezclada es muy similar a una señal ruido, pero contiene la señal de información dentro del código. Así, CDMA permite a muchos usuarios compartir un canal común para la transmisión y las señales de los usuarios se distinguen con diferentes códigos. El receptor usa el mismo código para recuperar la señal del ruido. Un canal muy robusto y seguro puede ser establecido, incluso para una señal con una potencia extremadamente baja, la señal puede

ser más débil que el ruido. Es impresionante que mediante el uso de códigos diferentes, un número de diferentes canales pueden compartir simultáneamente el mismo espectro, sin que se produzcan interferencias uno con otro.

Un análisis teórico indica que bajo condiciones de tráfico pesado CDMA es la mejor de las técnicas. Las técnicas TDMA y FDMA presentan limitaciones en el número de usuarios que pueden compartir un ancho de banda dado, debido a que cada ranura de tiempo o de frecuencia puede soportar un máximo de un usuario (menos de uno si múltiples ranuras son asignadas al mismo usuario).

En general FDMA es la técnica más simple de implementar, TDMA es ligeramente más compleja debido a que requiere sincronización de tiempo entre todos los usuarios y CDMA es la técnica más compleja debido a que requiere sincronización de código.

Las técnicas de acceso múltiple por ubicación fija son ineficientes para la mayoría de las aplicaciones de voz y datos, debido a que la variabilidad en el tráfico de un simple transmisor limita la velocidad sobre los canales dedicados. Por ejemplo una conversación de dos vías por un simple canal ocupa menos de la mitad del ancho de banda disponible; para la mayoría de las aplicaciones de datos el tráfico es incluso más intermitente. La incapacidad de predecir los requerimientos de tráfico en forma precisa y la necesidad de manipular un conjunto dinámico de terminales activos crean la necesidad de formas de acceso múltiple más flexibles.

### **2.3.2. ACCESO MULTIPLE ASIGNADO POR DEMANDA (DAMA).-**

Un método de proveer flexibilidad es la asignación de los canales de la red a terminales remotos sobre demanda. En estos sistemas un canal de señalización común es asignado para manipular los requerimientos de los



transmisores. El acceso múltiple asignado por demanda es muy eficiente mientras el encabezamiento del tráfico requerido para asignar canales ocupe un pequeño porcentaje del tráfico mensaje, mientras este sea constante. De otra forma dos tipos de problemas pueden suceder. *Primero* hay un retardo por establecimiento de llamada, o periodo de confusión. Para transmisiones mayores a ciertas longitudes esto no es una limitación seria, pero para redes con una cantidad considerable de mensajes cortos e interactivos el retardo y el encabezamiento de cada mensaje hará que esta técnica sea poco práctica. *Segundo* la transmisión de peticiones o requerimientos sobre el canal de señalización no será posible cuando la red está sobrecargada y el transmisor no puede comunicarse con la estación central, efectivamente es el desplazamiento de los problemas presentados en el canal de datos al canal de señalización.

### **2.3.3. ACCESO ALEATORIO.-**

Cuando las redes sirven una amplia variedad de velocidades de datos y el tráfico consiste de mensajes

pequeños que son rígidamente del mismo tamaño, DAMA no hace un uso eficiente de los recursos del canal. En este caso un protocolo libre de conexión, tales como CDMA o ALOHA de acceso aleatorio es preferible. En la técnica de CDMA de acceso aleatorio se requieren de receptores complejos que pueden demodular todos los posibles códigos de expansión. En ALOHA de acceso aleatorio, los paquetes son almacenados en cada terminal y transmitidos sobre un canal común a la estación central; no se necesita sincronizar las transmisiones de los usuarios. Estas técnicas tienen alta confiabilidad en redes con tráfico moderado, pero la probabilidad de una colisión entre paquetes de diferentes usuarios incrementa con el tráfico. En redes inalámbricas ALOHA raramente opera a velocidades mayores a 10 ó 20 kbps (aunque en sistemas satelitales llega a 56 kbps).

#### **2.4. TECNICA DE MODULACION**

La modulación es el proceso de codificar la información en amplitud, fase y/o frecuencia. Este proceso de codificación afecta el ancho de banda de la señal transmitida. En el caso de

canales de ancho de banda limitada, las técnicas de modulación digital encodifican algunos bits dentro de un símbolo. La velocidad de transmisión del símbolo determina el ancho de banda de la señal transmitida: entre mayor sea el número de bits encodificados por símbolo, más eficiente será el uso del ancho de banda pero mayor serán los requerimientos de potencia para un BER determinado en la presencia de ruido.

Las técnicas de modulación se dividen en 2 categorías: lineales y no lineales. En general las técnicas de modulación lineal usan menor ancho de banda que las técnicas no lineales. Sin embargo, también tienden a producir fluctuaciones en la amplitud de la señal. Esto es una desventaja cuando se usa amplificadores no lineales, como el amplificador C (más barato y eficiente), debido a que distorsionan las señales de modulación lineal. Así, la eficiencia en ancho de banda de la modulación lineal es generalmente obtenida a expensas de potencia adicional necesitada para amplificadores lineales.

El estándar DECT emplea un esquema de modulación no lineal, llamado **GFSK** (Gaussian-shaped Frequency Shift Keying). Como otras técnicas FM, tiene un número de ventajas tales como el uso

de amplificadores de potencia más eficientes que consumen menor cantidad de potencia y disipan menos calor. También permite un simple limitador/ discriminador para la demodulación más que usar receptores lineales con control de ganancia.

La técnica de modulación DECT es frecuentemente confundido con aquella usada en GSM que también usa una técnica de modulación no-lineal conocida como GMSK ( $BT=0,3$ ). Sin embargo la implementación de DECT es considerablemente más simple, a pesar de la velocidad de bit mucho mayor (1152 kbps con relación a los 270,833 kbps en GSM), esto se debe a que GSM está destinado para comunicaciones sobre distancia relativamente más grandes de las que maneja DECT y las pérdidas producidas por los diferentes caminos entre los rayos recibidos, debido a las varias reflexiones, es significativa comparada con el periodo del bit. Como resultado de esto, GSM emplea equipos más complejos para solucionar estos problemas. La situación de DECT es algo diferente, debido a que el nivel de potencia de transmisión es menor y sirve a áreas más pequeñas, los retardos producidos por los múltiples caminos son usualmente insignificantes comparados con el periodo del bit,

ninguna secuencia de negociación o de ecualización son necesitadas. Así mismo, con un BT de 0,5 en vez de 0,3, la interferencia inter-símbolo es menos severa.

## 2.5. CODIFICACION-DECODIFICACION ADPCM

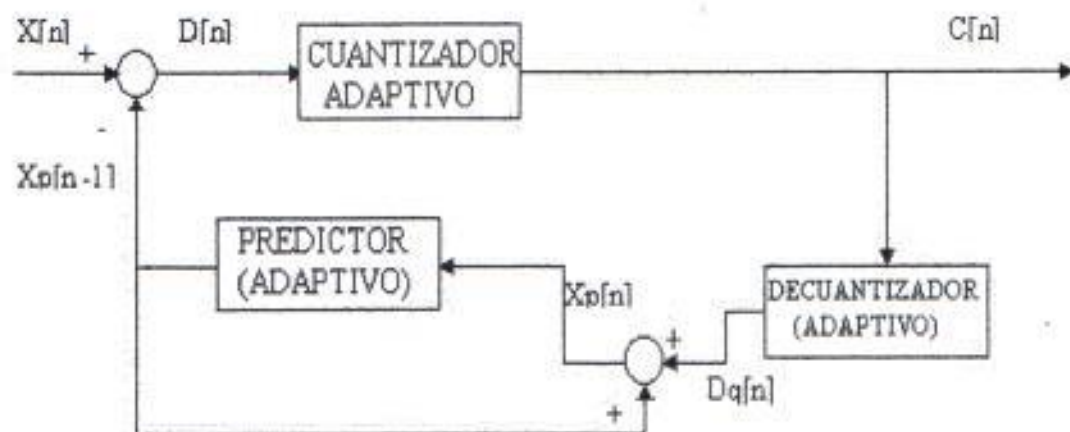
ADPCM (Modulación por Código de Pulso Diferencial Adaptivo), es un método de compresión de la voz que, en vez de cuantizar la señal directamente como lo hace **PCM** (Pulse Code Modulation), cuantiza la diferencia entre la señal de voz y una predicción que se realiza de la misma. Si la predicción es precisa entonces la diferencia entre la muestra real y la predicha tendrá una variación mínima de la muestra real, y podrá ser cuantizada con una menor cantidad de bits de lo que sería necesitado para cuantizar la muestra de la señal original. En el decodificador la diferencia cuantizada es añadida a la señal predicha para formar la señal de voz reconstruida. La performance del codificador-decodificador es lograda mediante el uso de predicción adaptiva y cuantización, así que el predictor y el cuantizador diferencial se tienen que adaptar a las características cambiantes de la voz que está siendo codificada.

A mediados de 1980 la CCITT estandarizó un ADPCM de 32 kbps, conocido como G.721, el cuál permitía una reconstrucción de la voz tan buena como los codecs PCM de 64 kbps. Más tarde en las recomendaciones G.726 y G.727 se estandarizaron velocidades de codecs a 40, 32, 24, y 16 kbps.

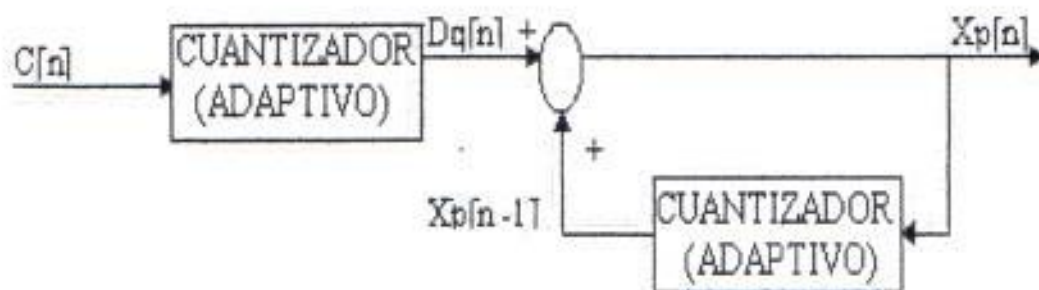
La figura 2.3 muestra un diagrama de bloques simplificado del codificador y decodificador ADPCM.

Hay varios algoritmos propuestos para ADPCM que pueden ser de dominio público. Pero en este método se usa el algoritmo propuesto por la **IMA** (Asociación Multimedia Interactiva). Este algoritmo comprime las muestras lineales PCM en 4 niveles de cuantización.

Cada muestra ADPCM representa una muestra de audio de 16 bits, teniéndose así una relación de compresión de 4 a 1. De aquí que la muestra de 16 bits, 8 khz, monocanal, el cual requería una velocidad de datos de 128 kbps, tomará 32 kbps si fuese comprimido usando el algoritmo IMA.



(a) codificador



(b) decodificador

FIGURA 2.3. Codificador y decodificador ADPCM

## CAPITULO III

### INTENSIDAD DE TRÁFICO

#### 3.1. GENERALIDADES

En el año 1946, el Comité Consultivo Internacional Telegráfico Telefónico (**CCITT**) adoptó el **Erlang** como unidad para medir la intensidad de tráfico telefónico, en honor al científico danés A. K. Erlang (1878-1929), quien fué el primero en abordar el tráfico telefónico en base al cálculo de probabilidad, estableciendo así lo que hoy se conoce como la teoría de tráfico.

La intensidad de tráfico **E** indica el valor promedio alrededor del cual varía el tráfico real. Su valor numérico nos da el promedio de llamadas que existen durante el periodo de observación, es decir el número de abonados, que en promedio están simultáneamente ocupados en llamadas. Así, si tenemos que  $E=45$  erl, significa que durante el periodo de observación de un total de  $n$  líneas, 45 están ocupadas. La media de ocupación de cada línea será igual a  $E/n$  y representa la probabilidad de ocupación



de la línea y no puede ser mayor a la unidad. Claro está sin embargo, que el número instantáneo de líneas ocupadas está variando alrededor de 45.

Para expresar el volumen de tráfico en Erlangs, se emplea el siguiente procedimiento:

$$E = \frac{S * MTPD}{C * 60}$$

$$S = \frac{T1}{T2}$$

donde:

- E** : Volumen de tráfico en unidades Erlang
- T1** : Tiempo de duración total de una llamada (promedio en minutos)
- T2** : Tiempo de duración promedio de comunicación que se paga (en minutos)
- C** : Relación entre tráfico total del día y parte del tráfico de la hora cargada
- MTPD** : Minutos tasables por día.

$$T1 = \frac{\text{tiempo en minutos del total de llamadas}}{\text{número de llamadas}}$$

$$T2 = T1 - 3 \text{ min.}$$

$$\text{MTPD} = \frac{\text{Volumen de tráfico estimado en un periodo}}{\text{número de días de ese periodo}}$$

$$\text{VTE} = \text{Número de llamadas} \times T2$$

**VTE** = volumen de tráfico estimado

Para el valor de **C** generalmente se toman los registros de tráfico de la operadora.

### 3.2. GENERACION DE TRAFICO

Con relación a la figura 3.1, el tráfico generado es llevado mediante troncales de entrada al equipo de conmutación, quien según su capacidad acepta parcial o totalmente el tráfico pasándolo a las troncales de servicios.



**FIGURA 3.1. Tipos de tráfico**

La intensidad de tráfico que llega al sistema se conoce como tráfico ofrecido **O** (en Erlangs). La porción de tráfico ofrecido que el equipo de conmutación acepta es el tráfico cursado **E** (en Erlangs) y la porción de tráfico que no es aceptado, debido por ejemplo a la insuficiencia de troncales, es el tráfico perdido **P** (en Erlangs).

Así tenemos que:

$$\mathbf{O = E + P}$$

Ahora, el número de llamadas perdidas **P** se puede referir al número de llamadas ofrecidas **O**, o al número de llamadas cursadas **E**. Esto da como resultado dos valores diferentes de

pérdidas **B** y **V** los cuales, para el caso de pérdidas pequeñas casi son iguales:

$$B = \frac{P}{O}$$

$$V = \frac{P}{E}$$

La pérdida **B** se refiere al tráfico ofrecido y es igual a la probabilidad de pérdidas o lo que se denomina grado de servicio. Por ejemplo si tenemos  $B = 0,02$  significa que el 2% de tráfico ofrecido, en el que se ha basado la planeación, no puede ser cursado por la etapa de conmutación. El 98% restante representa el tráfico que la etapa acepta o sea el tráfico cursado **E**:

$$E = O \times (1 - B)$$

Cuando se diseña un sistema se lo debe hacer de tal manera que la pérdida que se especifica no sea excedida aún en las horas de máximo tráfico.

En los sistemas de conmutación se usa el concepto de que la capacidad de tráfico es igual a la máxima carga que el sistema puede cursar con una pérdida específica. Es decir, cuando ocurre

esta carga máxima, la pérdida no puede exceder el valor especificado.

En la tabla IV se expone el número de canales en función de Erlang con una pérdida  $B= 0,01$  (1%) que es lo que consideramos en nuestros cálculos.



**CANALES EN FUNCION DE ERLANGS  
ACCESIBILIDAD COMPLETA - PERDIDA "B" IGUAL A 0.01 (1%)**

T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S
1	0.0101	24	15.3	47	35.2	70	55.1	140	122	250	228.3
2	0.153	25	16.1	48	36.1	72	58.0	146	127.7		0.976
3	0.455	26	17.0	49	37.0	74	59.8	150	131.6	300	277.1
4	0.869	27	17.8	50	37.9	76	61.7	152	133.5		0.982
5	1.36	28	18.6	51	38.8	78	63.5	156	137.3	350	326.2
6	1.91	29	19.5	52	39.7	80	65.4	160	141.2		0.982
7	2.50	30	20.3	53	40.6	82	67.2	166	146.9	400	375.3
8	3.13	31	21.2	54	41.5	84	69.1	170	150.8		0.986
9	3.78	32	22.0	55	42.4	86	70.9	176	156.6	450	424.6
10	4.46	33	22.9	56	43.3	88	72.8	180	160.4		0.988
11	5.16	34	23.8	57	44.2	90	74.7	186	166.2	500	474.0
12	5.88	35	24.6	58	45.1	92	76.6	190	170.1		0.991
13	6.61	36	25.5	59	46.0	94	78.4	196	175.9	600	573.1
14	7.35	37	26.4	<b>60</b>	<b>46.9</b>	96	80.3	200	179.7		0.993
15	8.11	38	27.3	61	47.9	98	82.2	206	185.5	700	672.2
16	8.88	39	28.1	62	48.8	100	84.1	210	189.4		0.994
17	9.65	40	29.0	63	49.7	106	89.7	216	195.2	800	771.8
18	10.4	41	29.9	64	50.6	110	93.5	220	199.1		0.997
19	11.2	42	30.8	65	51.5	116	99.2	226	204.9	900	871.5
20	12.0	43	31.7	66	52.4	120	103.0	230	208.8		0.997

**TABLA IV. TABLA DE ERLANGS (1% GOS)**

## **CAPITULO IV**

### **PROPIEDADES DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA**

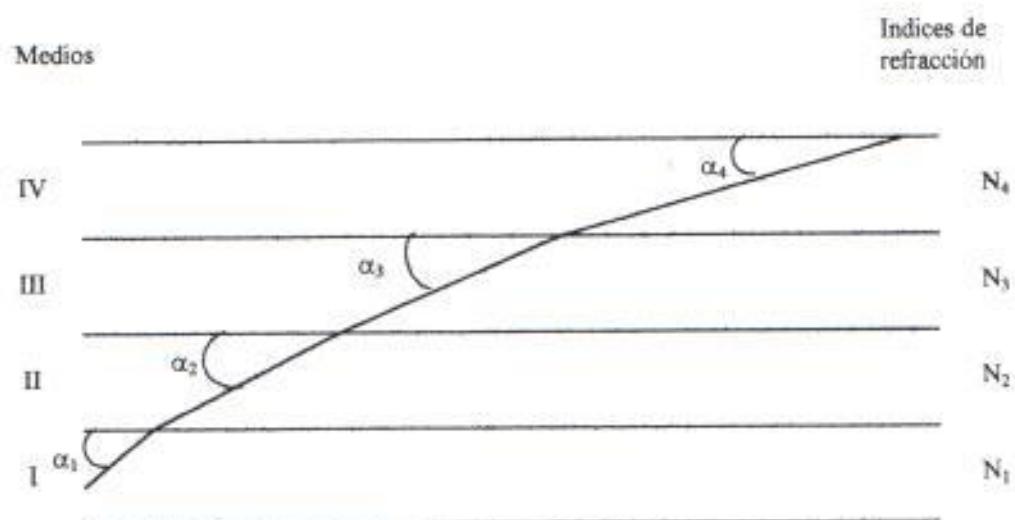
#### **4.1. GENERALIDADES**

Existen tres propiedades físicas inherentes a una onda electromagnética, que son refracción, reflexión y difracción. En este capítulo además veremos las pérdidas por espacio libre que forman parte de los cálculos que realizaremos en el diseño de los enlaces microondas.

#### **4.2. REFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA**

Si una onda eléctrica atraviesa medios que se encuentran en capas paralelas, cada una con poca diferencia en el índice de refracción, ésta se refractará en el límite correspondiente de los diferentes medios y se propagará en forma de curva. Ver figura 4.1.

En esta figura se cumple que:



**FIGURA 4.1. Medios con diferentes índices de refracción**

$$N_1 \cos \alpha_1 = N_2 \cos \alpha_2 = N_3 \cos \alpha_3 = N_4 \cos \alpha_4 = N_n \cos \alpha_n$$

Esta expresión o relación se conoce como la Ley de Snell, en donde  $N$  es el valor del índice de refracción para un medio determinado y  $\alpha$  el valor del ángulo en que es refractada la onda al pasar por ese medio.

Al hablar de la atmósfera es necesario considerar una serie de capas sucesivas con índices de refracción decrecientes; esto es, la



capa más cercana al suelo tiene un mayor índice de refracción que las sucesivas, pues éste disminuye con la altura.

No hay una regla fija que determine la separación que existe entre una capa y otra, ni el espesor de las capas, dado que estas cambian constantemente, así como el valor de su índice de refracción. Así la propagación entre dos puntos forma una curva, y no una línea recta como se piensa habitualmente. No obstante, la curva puede ser superior a la trayectoria recta en función de los índices de refracción.

#### 4.2.1. FACTOR K (REFRACCION DEL RADIO DE CURVATURA)

Bajo condiciones normales de propagación el índice de refracción de la atmósfera decrece con la altura, por lo cual se afirma que las ondas de radio viajan más lentamente cerca del suelo que a mayores altitudes, según:

$N_2$	$V_1$
$N_1$	$V_2$



Donde  $N_1$  y  $N_2$  son los índices de refracción y  $V_1$  y  $V_2$  la velocidad de propagación en dichos medios.

Se puede representar una curvatura uniforme por una propagación en línea recta, si se modifica el radio de la Tierra de tal forma que la curvatura relativa entre la onda de radio y la Tierra permanezca inalterable.

El nuevo radio de la Tierra es conocido como radio efectivo de la Tierra y la relación con el radio real de esta se conoce, por lo general como factor  $K$ .

$$K = \frac{A}{R}$$

En donde  $A$  es el valor del radio de la Tierra modificado, y  $R$  el valor real del radio (6378 Km) de la misma.

#### 4.2.2. LINEA DE VISTA AL HORIZONTE REAL Y MODIFICADO

La línea de vista se interpreta como la distancia máxima al horizonte que es capaz de "ver" una antena; cabe señalar que esta difiere de la línea de vista óptica de un humano, pues la visión del ojo sobre un horizonte no sufre la misma magnitud de refracción que la onda electromagnética, esto se debe al rango de frecuencias en la que operan.

La línea de vista al horizonte real se refiere a la vista humana y solo podrá modificarse para las ondas electromagnéticas, en el caso de  $K = 1$  se tendrá el mismo valor.

La tabla V muestra algunos valores de  $K$  según la zona climática.

Entonces se deduce que cualquier elevación en el terreno sufre un incremento o decremento al modificarse el radio terrestre, la magnitud de esta variación se calcula de la siguiente manera:

<b>ZONA POLAR</b>	<b>6/5 a 4/3</b>
<b>ZONA TEMPLADA</b>	<b>Regularmente de 4/3</b>
<b>ZONA CALIDA</b>	<b>4/3 a 3/2</b>

**TABLA V. Valor de K de acuerdo a las zonas climáticas de la Tierra.**

$$H_K = \frac{d_1 d_2}{12,756 K}$$

Donde  $d_1$  y  $d_2$  están expresados en kilómetros y son las distancias entre el obstáculo y los puntos de enlace.  $H_K$  viene dada en metros.

### 4.3. REFLEXION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA

La segunda propiedad física que se estudia para una onda electromagnética radiada es la reflexión.

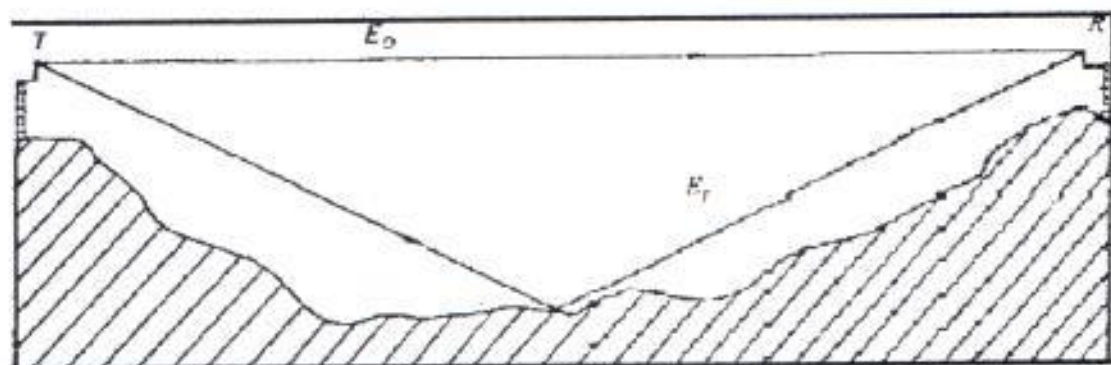


Figura 4.2. Punto de reflexión

Si existe una onda directa  $E_D$  del punto transmisor T al punto receptor R; entonces, habrá una onda reflejada  $E_r$  tal que:

$$E = E_D + E_r e^{-j\phi}$$

Donde:

$E_D$  es la amplitud de la onda directa

$E_r$  es la amplitud de la onda reflejada

**E** es la amplitud total equivalente en el punto de recepción de la onda directa más la onda reflejada, considerando un desfase  $\phi$ .

La onda reflejada debe conocerse perfectamente, ya que su presencia en el punto reflector origina la interferencia en la señal directa. En los cálculos de propagación se requiere analizar, en el marco del perfil topográfico, el punto exacto donde ocurre la reflexión de la onda y evitarla mediante el artificio de la ubicación estratégica de torres o la variación de alturas de antenas en transmisión y/o recepción.. Esto no siempre es fácil y requiere de una atención especial. En el caso de una topografía irregular se logra esta anulación en forma natural en la mayoría de las ocasiones.

#### **4.3.1. CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXION**

El cálculo del punto de reflexión se puede realizar en una superficie plana, en una superficie esférica, a una altura mayor que el del nivel del mar y cuando exista mucha diferencia entre la altitud de las antenas transmisoras y receptoras.

### 4.3.1.1. EN UNA SUPERFICIE PLANA

En el cálculo del punto de reflexión, cuando la distancia entre la antena transmisora y la receptora no exceda de 15 km., se debe considerar que el arco terrestre comprendido entre las dos antenas es muy cercana a una recta (ver figura 4.3); en este caso se aplicará la siguiente fórmula:

$$d_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} d$$

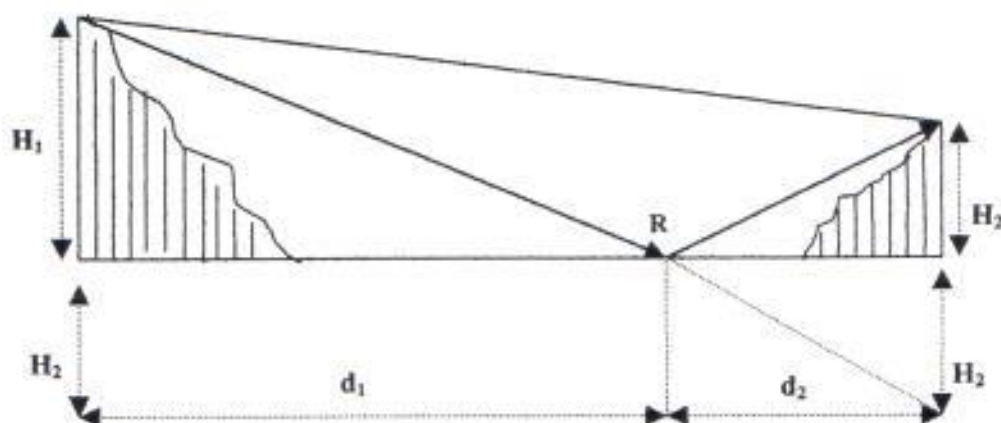


Figura 4.3. Punto de reflexión en una superficie plana.

#### 4.3.1.2. EN UNA SUPERFICIE ESFERICA

Cuando la distancia de propagación supera los 15 km, no se debe ignorar la curvatura de la tierra, es decir, el arco de la tierra comprendido entre el punto transmisor y el receptor

Al nivel del mar la fórmula a usar es la siguiente:

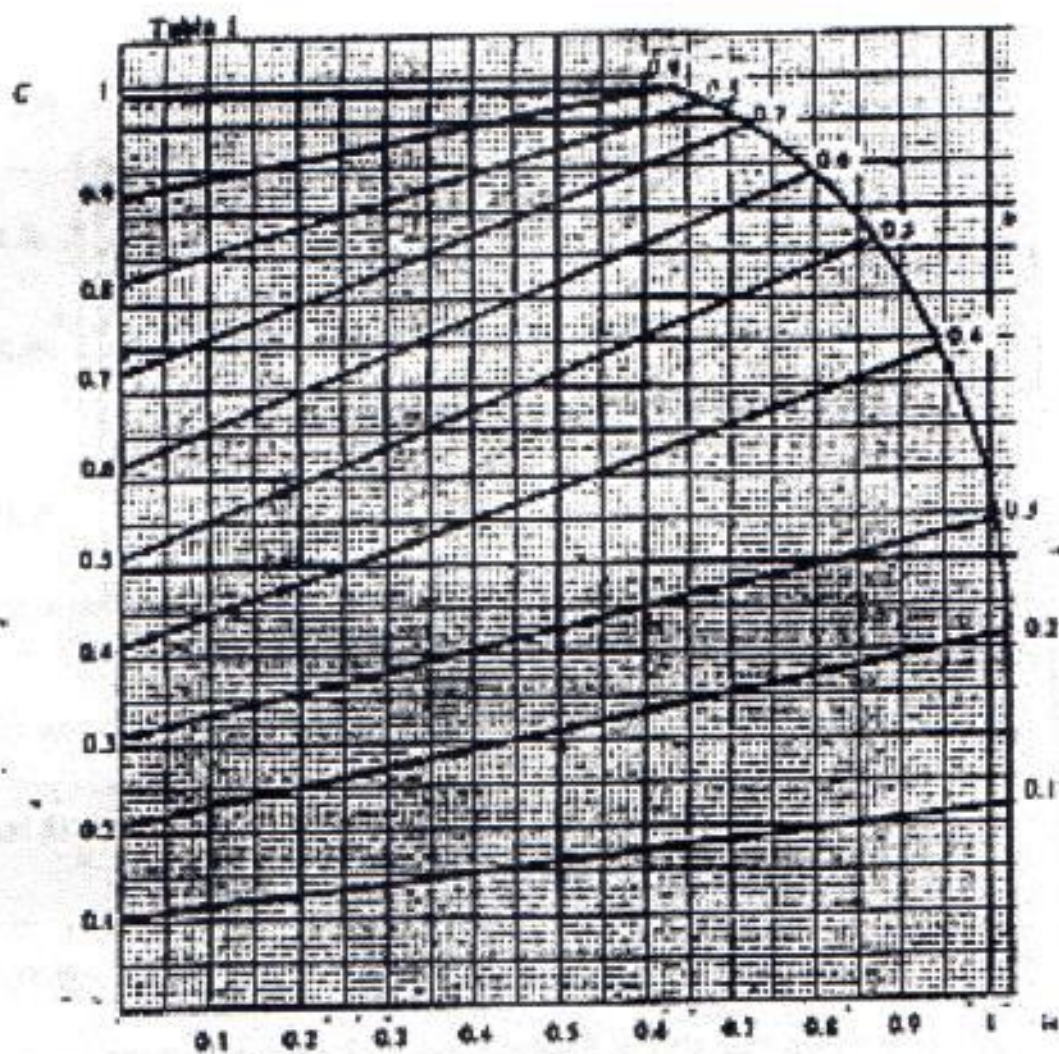
$$d_1 = d/2 (1 + b)$$

Para obtener  $b$  nos basamos en la tabla VI, donde los parámetros  $C$  y  $m$  se calculan de la siguiente forma:

$$C = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$$

$$m = \frac{d^2}{4KR (h_1 + h_2)}$$





**TABLA VI. TABLA PARA OBTENER EL PARAMETRO b**

#### 4.4. DIFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA

La tercera propiedad de las ondas electromagnéticas es la difracción y consiste en que las ondas de radiocomunicación, como el sonido o la luz, al encontrar un obstáculo en su trayectoria se ven estorbadas en su propagación; sin embargo, tras el obstáculo aparece una intensidad de campo.

Es decir, cuando la ondulación sufre una refracción en un obstáculo, esta pérdida de difracción está en proporción directa a la longitud **C** y en proporción inversa a la raíz cuadrada de  $\lambda$ .

$$P_D = \frac{C}{\lambda^{1/2}}$$

Donde **P<sub>D</sub>** se conoce como pérdida de difracción y **C** equivale a la altura del obstáculo.

La difracción lejos de constituir un defecto es una ventaja, ya que gracias a ella se obtiene comunicación en valles, cuencas y detrás de los montes elevados.

Para frecuencias mayores a 1 Ghz estas pérdidas se pueden considerar nulas.

#### 4.5. ZONAS DE FRESNEL

Generalmente se debe considerar que por lo menos el 60% de la primera zona de fresnel debe quedar libre de obstáculos. La altura debido a la zona de fresnel se la calcula así:

$$H_f = 547,7225 \sqrt{\frac{n d_1 d_2}{F d}}$$

Donde  $d_1$  y  $d_2$  se expresan en kilómetros,  $H$  en metros.  $F$  en Mhz y  $n$  es la zona de fresnel estudiada.

#### 4.6. CONSIDERACIONES TOMADAS EN LOS CALCULOS DE PROPAGACION

El primer paso en el análisis de un enlace microondas es la obtención de un perfil topográfico que muestre en dos dimensiones las características del terreno o relieve existentes entre el transmisor y el receptor. Una vez obtenido este perfil

debemos considerar los diferentes parámetros que afectan al mismo como son las zonas de fresnel y las modificaciones por curvatura de la Tierra.

En el análisis mismo del enlace microondas debemos considerar los diferentes tipos de pérdidas que se producen por espacio libre, por conectores, por líneas de transmisión, así como el margen de seguridad que se desea tener. Deben estar también claros los parámetros de los equipos a usar como son potencia de transmisión, ganancia de las antenas escogidas, frecuencia de operación y umbral de recepción para un determinado BER.

#### 4.6.1. CONSIDERACIONES ANALITICAS SOBRE UN PERFIL

En un perfil con presencia de obstáculos se debe aplicar la siguiente norma: sumar los factores de corrección de curvatura de la Tierra y de Fresnel a cada uno de los obstáculos, para determinar la altura total de afectación ( $H_T$ ) en la que se incurre con la trayectoria de propagación.

$$H_T = H_K + H_F + H_{obs}$$

Donde :

$H_K$  = incremento de altura por modificación de curvatura terrestre.

$H_F$  = incremento de altura por la n zona de Fresnel analizada

$H_{obs}$  = altura natural del obstáculo

$H_T$  = altura total de afectación

#### 4.6.2. PERDIDAS POR ESPACIO LIBRE

Al establecer un enlace de radiocomunicación entre dos puntos, uno transmisor o fuente de radiación y otro receptor, siempre se presentará una pérdida de la radiación en el camino, la cual se conoce como pérdida de propagación  $P_0$ . Esta pérdida se define como:

$$P_0 = 92,44 + 20 \log D + 20 \log F$$

Donde :

$D$  está en kilómetros

$F$  está en Ghz.

$P_0$  sale en dB

Tomando en cuenta todas las pérdidas que se producen en un enlace, tendremos que la potencia de recepción será:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_T + G_R - P_0 - P_L - P_C - M$$

Donde:

**P<sub>R</sub>** = Potencia de recepción

**P<sub>T</sub>** = Potencia de transmisión

**G<sub>T</sub>** = Ganancia en la antena de transmisión

**G<sub>R</sub>** = Ganancia en la antena de recepción

**P<sub>0</sub>** = Pérdidas por espacio libre

**P<sub>L</sub>** = Pérdidas en las líneas de transmisión

**P<sub>C</sub>** = Pérdidas por conectores

**M** = Margen de seguridad

## CAPITULO V

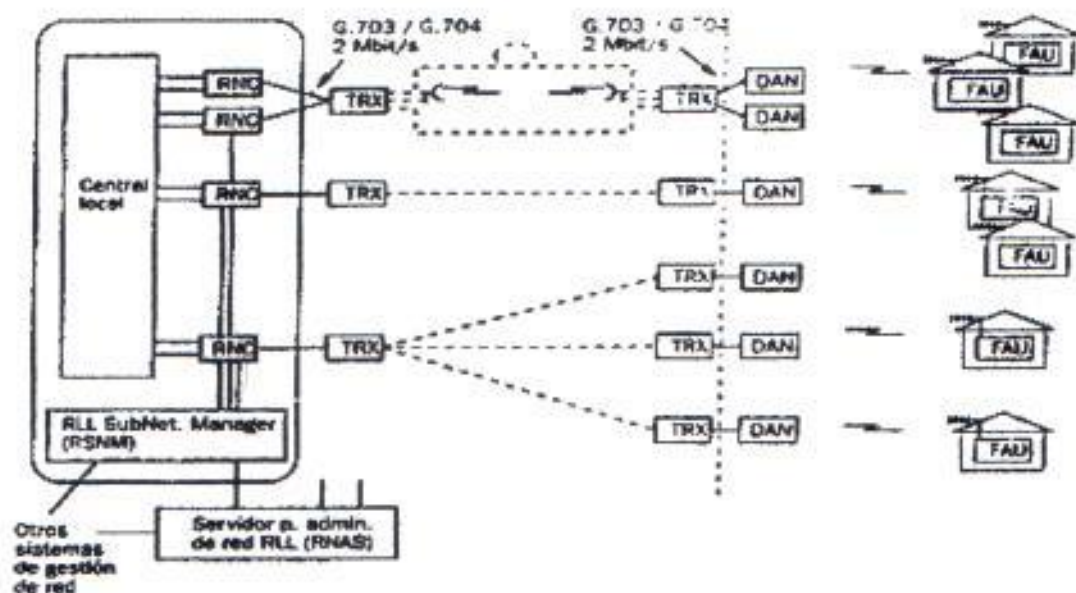
### CARACTERISTICAS DE EQUIPOS DE TELEFONIA INALAMBRICA

#### 5.1. TECNOLOGIA ERICSSON (DRA 1900)

Es un sistema especialmente diseñado para Radio en el Bucle del Abonado, que se basa en el estándar DECT. Está integrado por tres componentes básicos: **RNC** (Controlador de Nodo de Radio), **DAN** (Nodo de Acceso DECT) y las **FAUs** (Unidades Fijas de Acceso) (Ver figura 5.1). Los RNCs se interconectan a la central telefónica y se comunican con los DANs, que se puede asociarlos con las estaciones de radio base de los sistemas celulares. Los DANs se comunican a través de enlaces de radio DECT con los FAUs los cuales se ubican en la localidad de los abonados (hogar u oficina).

DRA 1900 ofrece servicio a varias densidades de usuarios permitiendo diferentes configuraciones de RNCs y DANs. En áreas suburbanas o rurales, los DANs tienen un menor número

de canales donde lo importante es ofrecer un área extensa de cobertura. Un RNC por lo tanto es la interfaz para varios DANs.



**FIGURA 5.1. Sistema DRA 1900**

En el corazón del sistema DRA 1900, el controlador de Nodo de Radio, o RNC, actúa como el controlador y concentrador de las estaciones radio base. Se encarga de manejar todas las llamadas que se originan o terminan en la red fija de radio y suministra la conexión a la red telefónica. Los DANs suministran la interfaz al sistema de Operación y Mantenimiento.



El Nodo de acceso DECT, o DAN, está integrada por seis estaciones DECT con un arreglo de antenas directivas y una unidad de control del nodo. Configurado con un arreglo hexagonal, el conjunto de antenas provee cobertura omnidireccional, este arreglo ofrece máxima cobertura y uso de canales reduciendo el número de lugares requeridos y facilitando las labores de instalación debido a que el DAN está preconfigurado y listo para el montaje en techos o mástiles para radio. Cada DAN consta de dos arreglos de antenas para solapamiento de cobertura y redundancia. Un DAN puede ser configurado de varias formas para suministrar diferentes capacidades. Se alcanza la capacidad máxima aislando los DANs unos de otros y de esta forma poder usar todos los canales disponibles. Para configuraciones multi-sitio con áreas solapadas de cobertura, los DANs tienen que compartir los canales de radio disponibles. Esto reduce solo un poco la capacidad de cada DAN, mientras que el incremento de la capacidad para una zona determinada consiste en agregar DANs dentro del área de cobertura.

Instaladas generalmente fuera del hogar u oficina, la Unidad de Acceso Fijo (FAU) ofrece la interfaz al suscriptor con una

conexión estándar de telefonía para conectar equipos analógicos convencionales tales como teléfonos, fax y MODEMS. La FAU consiste de un transreceptor DECT, una antena, fuente de alimentación y respaldo de baterías. La antena directiva del FAU apunta hacia el DAN para calidad óptima de señal.

La interfaz entre la central telefónica y el RNC es un enlace de 2 Mbps de acuerdo con CCITT G.703/704. El sistema se conecta digitalmente con AXE 10 y MD110 de Ericsson. Generalmente se emplean conexiones analógicas con otros tipos de centrales telefónicas. Existen bancos de canales/multiplexores para convertir 2 Mbps/CAS/ESM a líneas analógicas. Otra opción es el desarrollo de protocolos de software para permitir la conexión digital del RNC a las centrales de otros suplidores.

La interfaz entre el RNC y el DAN permite que 60 canales ADPCM de voz codificados sean transmitidos en un enlace de 2 Mbps. Este formato asegura que cualquier tipo de sistema de transmisión que cumpla con G.703/704 (tal como microondas, fibra óptica o HSDL) pueda ser empleado entre el DAN y el RNC. En caso de ser necesario se pueden emplear dos enlaces separados de transmisión para ofrecer redundancia.

La red de transmisión puede ser implementada en varias topologías estrella, anillo o bus. La selección consiste en el estudio de los requerimientos de la cantidad de equipo requerido, tiempo de implementación, confiabilidad (redundancia) y la flexibilidad deseada para aceptar cambios en capacidad y necesidad de crecimiento.

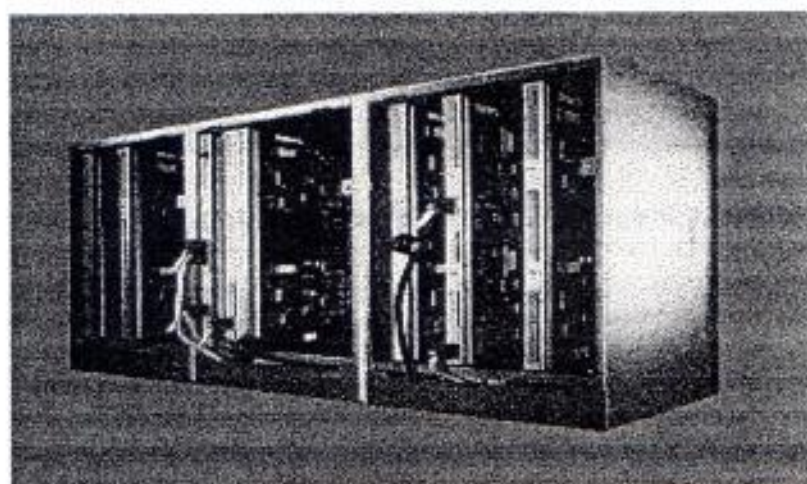
#### **5.1.1. CONTROLADOR DE NODO DE RADIO - RNC.**

El RNC básico consta de tres armarios RNC (Ver figura 5.2) interconectados, una Unidad Central de Proceso (**CPU**), cinco Unidades de Proceso de Voz (**SPU**, Speech Processing unit) una Unidad de Enlace de Central (**XLU**, eXchange Link Unit) y una Unidad de Enlace con Nodo (**NLU**, Node Link Unit). Esta configuración es totalmente capaz de manejar 60 llamadas de voz simultáneas. La XLU proporciona la conexión a una Central Local para un máximo de 60 suscriptores. La NLU proporciona la conexión a un máximo de dos Nodos de Acceso DECT (DAN). El número de suscriptores y / o el número de DANs puede ser incrementado añadiendo tarjetas de XLU o NLU. El máximo número de suscriptores por RNC es

600. Un máximo de 8 DAN pueden ser controlados por un RNC. Para números más altos de suscriptores y / o DAN, se pueden instalar múltiples RNC.

- *ARMARIO RNC.-*

Un armario RNC es una cubierta montable sobre pared o en bastidor para un máximo de 9 tarjetas de sistema. Los tres armarios RNC interconectados proporcionan así capacidad para 27 tarjetas, suficientes para soportar un máximo de 600 suscriptores y 8 DAN por RNC. El armario RNC está alimentado con - 48 Vcc.



**FIGURA 5.2. RNC Básico**



- *TARJETA DE CPU.-*

La unidad central de proceso es una tarjeta de circuito impreso que se inserta en el Armario RNC. Lleva a cabo todo el control principal de llamadas, las funciones de prueba y mantenimiento del sistema DRA 1900. La unidad se comunica internamente con otras unidades del RNC a través de la infopista de comunicaciones de 4 Mbps. La comunicación con el sistema externo de Gestión de Sub Red RLL (RSNM) se lleva a cabo de un interfaz V.24 / V.28.

- *TARJETA SPU.-*

La Unidad de Proceso de Voz es una tarjeta de circuito impreso que se inserta en el Armario RNC. Las principales funciones que lleva a cabo son la transcodificación PCM / ADPCM y el control de eco. Una tarjeta SPU contiene 12 circuitos de proceso de voz. Por lo tanto, las 5 tarjetas SPU juntas soportan la capacidad de 60 canales de voz del RNC.

- **TARJETA XLU.-**

La Unidad de Enlace de Central es una tarjeta de circuito impreso que se inserta en el armario RNC. La principal función que lleva a cabo es la interfaz a una Central Local. La interfaz cumple con CCITT G.703 / 704 y usa una señalización (propietaria) CAS/ESM. Este esquema de señalización permite la conexión digital directa a la Central Local AXE 10 de Ericsson. Para la conexión a otras Centrales Locales se puede implementar una función de conversión de protocolo o se puede utilizar un multiplexor. Será implementada la interfaz V5. Cada tarjeta XLU contiene circuitos de 2 Mbps proporcionando así interfaz para 60 suscriptores. Un RNC básico contiene una tarjeta XLU.

- **TARJETA NLU.-**

La Unidad de Enlace con Nodo es una tarjeta de circuito impreso que se inserta en el armario RNC. La NLU lleva a cabo la interfaz con uno o dos Nodos de Acceso DECT. La interfaz cumple con CCITT G.703 /

704, y una señalización propietaria, con dos canales de voz codificada en ADPCM por canal de 64 Kbps. Esto implica que un enlace de 2 Mbps es suficiente para una conexión RNC - DAN usando la capacidad total de 60 canales de un RNC. Dado que una tarjeta contiene dos circuitos de 2Mbps, una tarjeta puede efectuar la interfaz de dos DAN con un RNC. Un RNC básico contiene una tarjeta NLU.

La tabla VII muestra las especificaciones técnicas del RNC.

#### **5.1.2. NODO DE ACCESO DECT - DAN.**

El DAN consta de un Armario de Control del DAN (**DCC** - DAN Control Cabinet) que contiene seis estaciones base DECT y una Unidad de Control de Nodo, más 2 arreglos de antena de DAN (**DAA**). Un cable coaxial conecta las estaciones base con sus antenas.



<b>CAPACIDAD</b>	
Máximo número de suscriptores	600
Capacidad del canal de voz	60 llamadas de voz simultáneas
Máxima capacidad de tráfico	45 Erlangs (0,5% GOS) 47 Erlangs (1% GOS) 55 Erlangs (5% GOS)
Capacidad de señalización	1800 llamadas por hora
Máximo número de DAN conectados	8
<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
Dimensiones (alt x anch x prof )	432x780x299 mm
Peso (configuración máxima)	42 kg.
Material de la cubierta	Acero chapado en zinc
Clase de habitáculo	IP 20
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>	
Margen de voltaje de entrada	-40,5 a -57 Vcc
Consumo de potencia (config. máx.)	< 225 W

**TABLA VII. Especificaciones técnicas del RNC**



Un DAN básico incluye una Unidad de Control de Nodo de baja capacidad y ofrece una capacidad de tráfico de 17 Erlangs (28 canales)(0,5 % GOS.). Un DAN completo incluye una Unidad de Control de Nodo de alta capacidad y ofrece una capacidad máxima de tráfico de 45 Erlangs (60 canales)(0,5 % GOS.). Un DAN básico puede ser aumentado a DAN Completo reemplazando la Unidad de Control de Nodo. Se usan dos DAA, que se instalan con una separación física de aproximadamente 2 metros, para proporcionar diversidad de antena. Tanto el armario como los DAA están pensados para instalación en exteriores en mástiles o tejados. Ver figura 5.3.

- *ARMARIO DE CONTROL DEL DAN - DCC.-*

El DCC es una unidad de exteriores montada en pared o mástil que contiene seis **estaciones base** y tarjetas de circuito impreso que forman la Unidad de Control de Nodo (**NCU**). A continuación se detallan estas tarjetas.

❖ ESTACION BASE.-

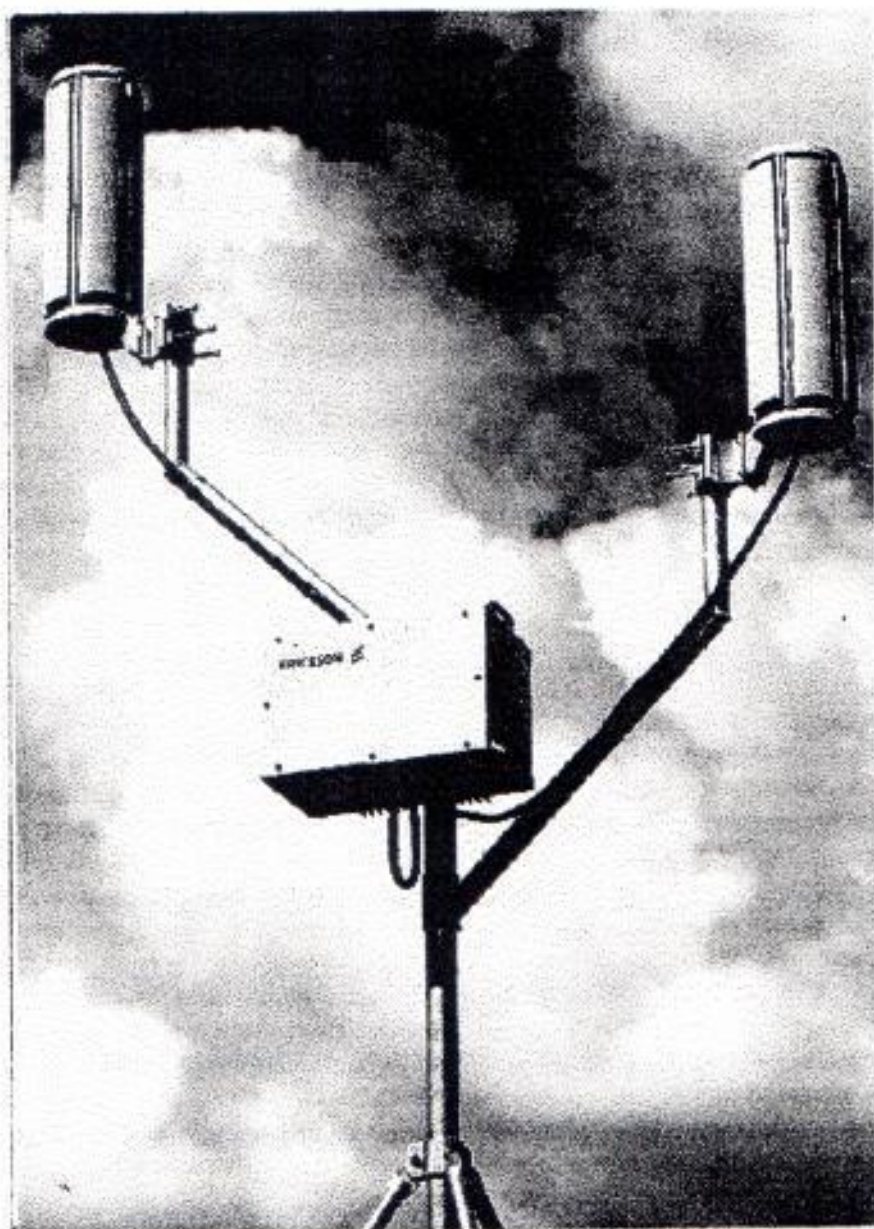


FIGURA 5.3. DAN

Cada DAN contiene seis estaciones base que cumplen totalmente con DECT ETS 300 - 175. Cada una puede manejar 12 enlaces de voz simultáneos, transmitiendo y recibiendo en cualquiera de sus 10 frecuencias portadoras definidas. La estación base está controlada por un RNC al que se conecta mediante una NCU. Dos antenas direccionales alcanzan una cobertura óptima.

❖ *UNIDAD DE CONTROL DE NODO - NCU.-*

La NCU tiene dos tarjetas de circuito impreso para controlar las estaciones base de DAN y proporcionan una interfaz al RNC. Solamente se requiere una interfaz de 2 Mbps entre la RNC y la DAN, a causa de la voz codificada en ADPCM (32 Kbps) que está multiplexada dinámicamente por la NCU, y la capacidad simultánea del RNC para manejar 60 enlaces de voz. La NCU tiene una propiedad de sincronización para maximizar el tráfico en un entorno DAN. Se puede utilizar GPS (u otro medio) como fuente.

- *ARREGLO DE ANTENA DE DAN - DAA.-*

Seis antenas direccionales están dispuestas en una estructura hexagonal (también son disponibles otras disposiciones) que se instalan en el exterior, montadas en el tejado o en mástiles. Las antenas forman un patrón cuasi-omnidireccional. Gracias al ancho ángulo de apertura horizontal de las antenas individuales, se crea un solape de cobertura entre las estaciones base, proporcionando redundancia a los suscriptores. Ver figura 5.4.

Cada antena tiene su propia estación base en el armario. Un DAN incluye dos DAA para proporcionar diversidad espacial.

#### **5.1.2.1. CAPACIDAD**

Hay dos versiones de DAN, que difieren en cuanto a capacidad de tráfico. El DAN básico puede ser aumentado a capacidad de DAN total

simplemente sustituyendo la NCU de baja capacidad con la unidad de alta capacidad.



**FIGURA 5.4. Arreglo de antenas DAN**

DECT especifica 120 canales. En un sitio sencillo, la capacidad está de acuerdo con la fórmula de Erlang. DECT permite un incremento de capacidad en un área dada por la simple adición de más DANs. En tal situación múltiple, la capacidad por DAN resulta ligeramente reducida, pero la reducción queda minimizada por la selección dinámica de canal DECT que hace muy eficiente la reutilización de frecuencia.

<b>CAPACIDAD</b>	
Capacidad de tráfico DA110/111, sitio sencillo	17 Erlang (0,5% GOS)
Capacidad de tráfico DA110/111, sitio múltiple	17 Erlang (0,5% GOS)
Capacidad de tráfico DA140/141, sitio sencillo	45 Erlang (0,5% GOS) 47 Erlang (1% GOS)
Capacidad de tráfico DA110/112, sitio múltiple	39 Erlang (0,5% GOS) 41 Erlang (1% GOS)
<b>RADIO</b>	
General	Cumple ETS 300175
Potencia de transmisión	23 dbm, +/- 1 db
Sensibilidad del receptor	Mejor que - 89 db, BER 10 <sup>-3</sup>
Modulación	GFSK con BT > 0.5
Banda de frecuencia	1880 - 1900 Mhz
<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
Dimensiones DCC (alt x anch x prof )	500 x 300 x 350 mm
Dimensiones DAA (dia x alt)	250 x 800 mm
Peso del armario (totalmente configurado)	30 kg
Peso del arreglo de antenas	11,5 kg
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>	
Margen de voltaje de entrada	-40,5 a -57 Vcc
Consumo de potencia (conf. Máx.)	< 120 W

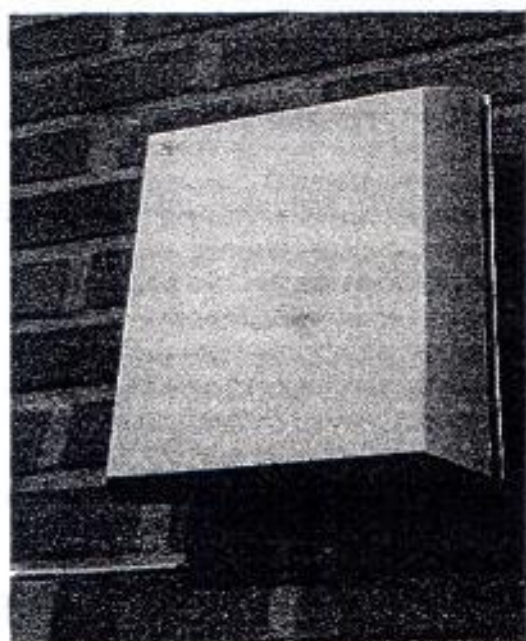
**TABLA VIII. Especificaciones técnicas del DAN**

### 5.1.3. UNIDAD DE ACCESO FIJA - FAU

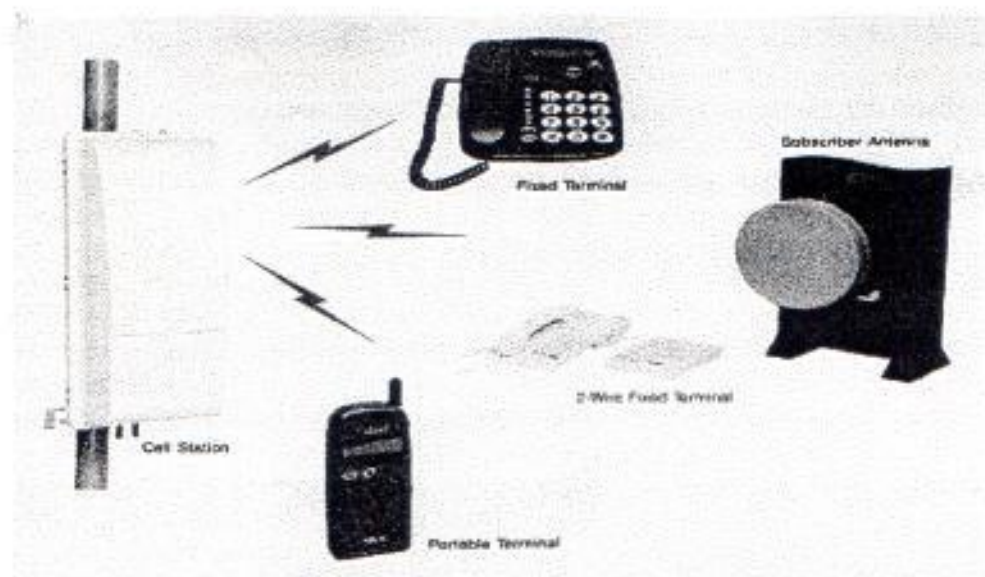
La unidad de Acceso Fija consta de una unidad de exteriores (**DAU**, DECT Acces unit - Unidad de Acceso a DECT), que contiene el transceptor de radio DECT, la antena y circuitería de línea, y una unidad de interiores (**PCU**, Power and Connection Unit - Unidad de Fuerza y Conexión), que contiene la fuente de alimentación con batería de respaldo y una regleta de interconexión. Un cable de par trenzado estándar interconecta las dos partes. Ver figura 5.5.

#### ➤ UNIDAD DE ACCESO A DECT.-

La DAU consta de un transceptor de radio DECT, circuitería de control y de línea y una antena integrada en un habitáculo de exterior. La unidad se instalará típicamente en el exterior si la cobertura lo permite, sin embargo, se podría considerar la instalación en el interior en situaciones específicas. La antena de la DAU debe ser dirigida a un Nodo de Acceso a DECT elegido.



(b) DAU



(b) Equipos

FIGURA 5.5. Unidades FAU



➤ **UNIDAD DE FUERZA Y CONEXION.-**

La PCU consta básicamente de una fuente de alimentación con una batería de respaldo y una regleta de interconexión. Un led indica si está en uso la alimentación de red o la de batería.

**5.1.3.1. INSTALACION.-**

Para ser puesta en funcionamiento cada FAU ha de ser inicializada. Durante esta inicialización (antes del transporte al suscriptor) la FAU tiene su identidad y se la registra en un RNC específico. La identidad de la FAU incluye sus claves de autenticidad y cifrado que evita tanto las escuchas indebidas como el uso fraudulento.

Para esta inicialización se usa un puerto de servicio aparte. La PCU se puede instalar en un lugar conveniente en los locales de abonado, y el cableado telefónico estándar a la toma de pared del suscriptor se puede conectar a través de la

regleta de interconexión de la PCU. La DAU puede ser instalada con la antena dirigida a groso modo a un DAN conectado al RNC en el que está registrada la FAU.

#### **5.1.3.2. OPERACION Y MANTENIMIENTO.-**

La FAU proporciona varias funciones de operación y mantenimiento que son iniciadas y controladas por el gestor de operación y mantenimiento del sistema. Estas funciones incluyen estado e informe de disponibilidad de la FAU, facilidades de bucle de retorno de audio, así como informe de calidad de enlace de radio.

La tabla IX muestra las especificaciones técnicas de la FAU



<b>RADIO</b>	
General	Cumple ETS 300175 (DECT)
Potencia de Transmisión	23 dbm, +/- 1db
Sensibilidad del receptor	Mejor que -89 dbm, BER 10 <sup>-3</sup>
Modulación	GFSK con BT > 0,5
Banda de frecuencia	1880-1900 y/o 1910-1930 Mhz
Ganancia de antena	8 db
<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
Dimensiones DAU (alt x anch x prof)	280 x 150 x 55 mm
Peso DAU (incluyendo barras de fijación)	2,1 kg
Dimensiones PCU (alt x anch x prof)	159 x 212 x 55 mm
Peso PCU	1,4 kg
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>	
Voltaje de entrada	161 - 253 ó 80 - 127 Vca.
Consumo de potencia (conf. Máx.)	En reposo < 2,5 W En activo < 5 W
Capacidad de la batería de respaldo	8 horas de tiempo en reposo/ 3 horas conversación o 24 horas de tiempo en reposo/ 10 horas conversación
Interfaz de línea de suscriptor	De acuerdo con el estándar nacional para líneas de suscriptor analógicos

**TABLA IX. Especificaciones técnicas de la FAU.**

## 5.2. TECNOLOGIA ALCATEL (A9800 R2)

El A9800 R2 es un sistema radio acceso digital, diseñado para proporcionar servicios de telecomunicaciones de alta calidad desde una central telefónica a grupos de abonados distribuidos en zonas suburbanas y escasamente pobladas.

La concentración mejora el ancho de banda disponible, compartiendo un número pequeño de canales de tráfico (120 canales), sobre un número mayor de abonados (2048). Las funciones requeridas de control y supervisión son manejadas mediante una gestión exhaustiva del sistema con canales de control adecuados.

La capacidad del sistema puede ser de 4 ó 2 Mbps, estando la diferencia principalmente en la cantidad de abonados por red, canales de tráfico y el número máximo de estaciones remotas.

En la tabla X se resume las capacidades máximas del sistema A9800 R2.

	4 Mbps	2 Mbps	
Capacidad de transmisión	4,096	2,048	Mbps
Abonados por red	2048	1024	Máx.
Estaciones remotas	128	64	Máx.
Abonados por RST/RCN	128	128	Máx.
Abonados por RSTI	256	256	Máx.
Abonados por WNT-S	1	1	Máx.
RSN en serie	16	16	Máx.
WBS por RST/RSN	2	2	Máx.
Enlaces 2Mbps a LE	8	8	Máx.
Canales de tráfico	60 120 240	30 60 120	64 Kbps PCM 32 Kbps ADPCM Datos de baja veloc.
Separación de canales	3,5	1,75/2,0	Mhz
Ganancia del sistema	123	126	Db (sin incluir derivación)
Tráfico (1% GOS)	102,94	46,95	Erlangs
Cobertura del sistema SC	No hay limitación práctica debido a la propagación del retardo. Las restricciones se imponen por emplazamiento		

**TABLA X. Capacidades del sistema A9800 R2**

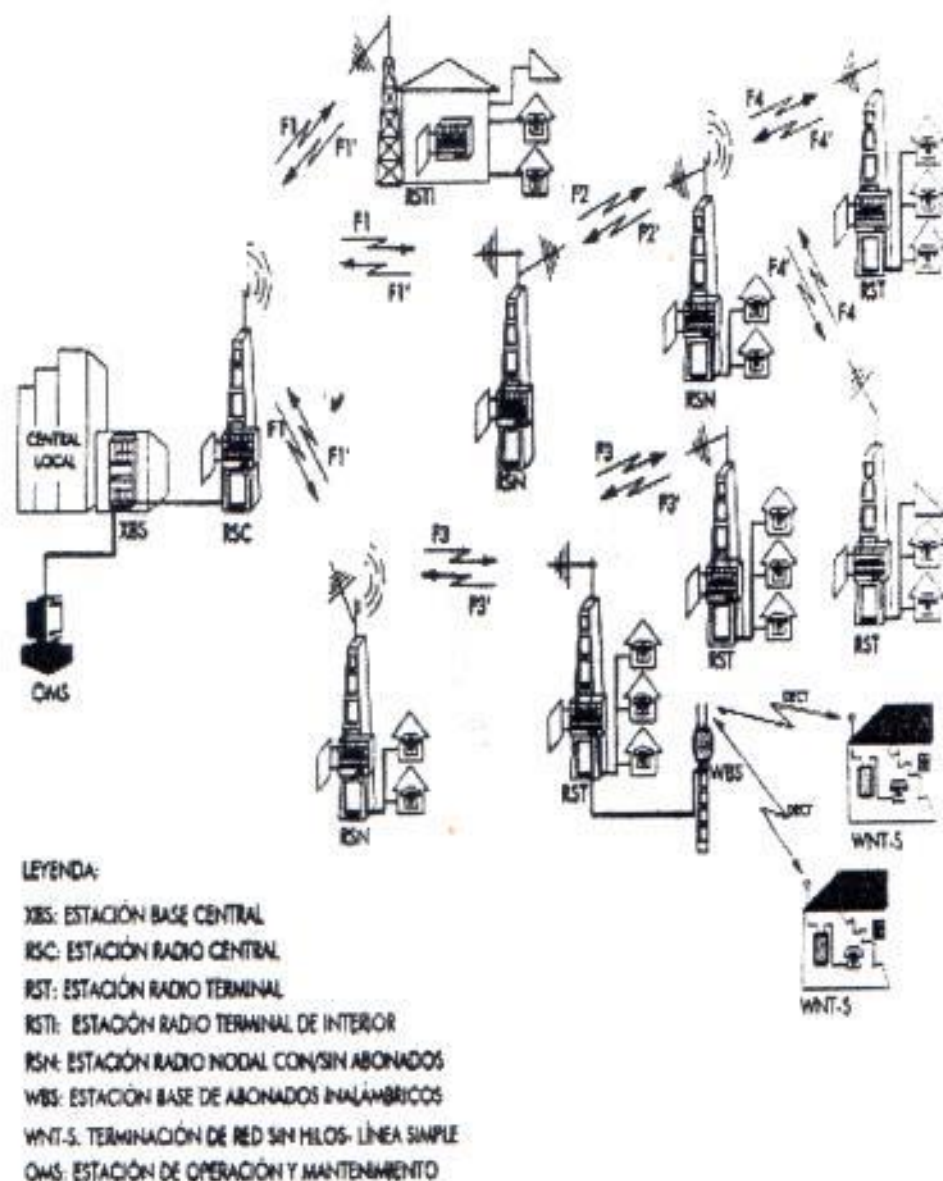
### 5.2.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En la figura 5.6 se muestra un ejemplo de una configuración típica del sistema A9800 R2. Sus componentes principales son los siguientes:

- Estación Base Central (**XBS**)
- Multiestación XBS
- Estación de Operación y Mantenimiento (**OMS**)
- Estación Radio Central (**RSC**)
- Estación Radio Terminal (**RST**)
- Estación Radio Nodal (**RSN**)
- Subsistema Inalámbrico (**WBS, WNT-S**)

### 5.2.2. ESTACION BASE CENTRAL - XBS

Es la estación de interior situada en la central. Controla la red A9800 R2 y contiene las interfases para la central local; estas interfases, para servicio telefónico, pueden ser del tipo convencional analógico a 2 hilos, o bien mediante enlaces digitales a 2 Mbps.



**FIGURA 5.6. Configuración típica del sistema A9800 R2.**

Adicionalmente, esta estación cubre las siguientes funciones:



- Asignación de los canales radio del sistema.
- Control de eco.
- Transcodificación PCM/ADPCM.
- Conversión de las diferentes interfases posibles entre redes y el sistema (analógico, digital, etc.) en una interfaz interno a 2 Mbps. Que puede ser transportado usando equipos UIT-T estándar.
- Funciones de operación y mantenimiento en todo el sistema.

En la XBS se pueden instalar un máximo de 2048 abonados telefónicos. Su configuración mecánica está basada en bastidores S9 600 x 300 mm., para uso en interior y está alimentada por una batería de central (-48 Vcc).

La Estación Base Central comprende dos módulos:

- Controlador de Estación Base Central (**XBSC**)
- Módulo de ampliación de abonados de Central (**XSS**).

El XBSC controla la red A9800 R2. Concentra el tráfico que accede a las Estaciones Radio y establece la interfaz



hacia la Central Local mediante enlaces G.703 de 2 Mbps o mediante la interfaz H hacia el módulo de ampliación para abonados de pares de cobre.

El XBSC puede atender un máximo de ocho enlaces de 2 Mbps con LE, efectuándose la conexión al interfaz E10 .

La comunicación de la XBS con la RSC se realiza mediante la Unidad Interfaz G.703 de la XBS (**XGC**) que se conecta con la Unidad Interfaz G.703 de la RSC (**XGR**). Se trata de un enlace de datos que cubre los niveles físicos y de enlace del modelo OSI. Sus características físicas y funcionales son las siguientes:

- Características físicas: cumple con la recomendación G.703 del UIT-T para un enlace a 2048 Kbps.
- Características funcionales: cumple con la recomendación G.704 del UIT-T para una interfaz a 2048 Kbps. El canal 16 se utiliza para la señalización y supervisión.

### **5.2.3. MULTIESTACION XBS.**

Se la llama multiestación porque se pueden montar hasta tres XBSs en el mismo bastidor S9.

Las funciones de la multiestación XBS son las mismas cubiertas por la XBS, de forma que la diferencia principal entre ambos componentes del sistema A9800 R2 radica en su configuración mecánica.

Mientras que las interfases de la XBS con la central local pueden ser bien por dos hilos analógicos convencionales o por enlaces digitales a 2 Mbps., las únicas interfases posibles de la multiestación XBS con la central local son mediante enlaces a 2 Mbps.

Por otra parte, cada XBSC está conectada a un módulo RSC diferente con su propia funcionalidad.

#### 5.2.4. ESTACION OAM.

Es la interfaz hombre-máquina del sistema. Se utiliza para la configuración, prueba, supervisión del estado del sistema, así como para visualización y análisis de alarmas. Utiliza una microcomputadora personal con monitor a color de alta resolución así como software especial para establecer una interfaz de control de red muy cómoda. La OAM se conecta a la XBS (remotamente si es necesaria), pudiendo una OAM con la instalación multired gestionar hasta 14 redes A9800 R2.

#### 5.2.5. ESTACION RADIO CENTRAL - RSC

La RSC puede instalarse cerca de XBS pero también puede hacerse alejada de la misma en un punto conveniente desde el punto de vista radioeléctrico, en el cual es desplegado el sistema para cubrir el territorio requerido.

La RSC transmite continuamente hacia las estaciones remotas, canales en **TDM** (Multiplexación por División en

el Tiempo) y recibe de ellas información discontinua en forma de ráfagas mediante TDMA. Su interfaz con la XBS son dos enlaces punto a punto a 2 Mbps estándar, según las recomendaciones G.703/G.704 del UIT-T.

Las funciones realizadas por la RSC son básicamente :

- Formación y procesado de las tramas TDM y TDMA.
- Transmisión TDM y recepción TDMA
- Enlace con la XBS
- Funciones de operación y mantenimiento local u operación y mantenimiento en todo el sistema en modo terminal virtual (bajo control de la XBS)
- Manipulación de la señalización en los time slots 0, 1, 32 y 33 de la interfase radio.

La RSC suministra potencia de RF de 30 dbm. Su configuración mecánica es para uso en interperie. Con objeto de incrementar la disponibilidad del sistema, la RSC puede equiparse con la opción de standby proporcionando redundancia de las unidades principales.

### 5.2.6. ESTACION RADIO TERMINAL - RST

La RST está situada lejos del sistema de la central telefónica y cerca de los abonados.

Está conectada con la RSC mediante enlace radio TDM/TDMA y permite el acceso a todas las interfases de abonados.

Más específicamente sus funciones principales son:

- Interfaz de línea de abonado.
- Concentración/expansión entre abonados y canales.
- Transcodificación PCM/ADPCM.
- Formación de ráfagas a transmitir (TDMA), y recepción y procesado de la trama TDM.
- Transmisión de ráfagas (TDMA) y recepción continua (TDM).
- Funciones de operación y mantenimiento local bajo el control de la XBS.

La RST está disponible en diferentes versiones, las cuáles varían según el número de puertos a los que sirven y según las características prácticas del equipo (uso interior/intemperie):

- RSTI-1: Para un máximo de 1 puerto (interior) y sólo para POTS
- RST/RSTI-2: para un máximo de 2 puertos (intemperie/interior).
- RST/RSTI-10: para un máximo de 10 puertos (intemperie/interior)
- Multiestación RSTI-20 para un máximo de 20 puertos (interior).

El número de abonados que soporta una unidad de puerto depende de la modularidad de la unidad. Una unidad de puerto RA10 puede atender hasta 8 abonados telefónicos, en tanto que una RCW puede atender un máximo de 128 abonados inalámbricos. Ello significa que la capacidad máxima de una estación radio, que no sea una multiestación RSTI-20, es de 128 abonados

cableados + inalámbricos con algunas limitaciones en la combinación de abonados.

### **5.2.7. ESTACION RADIO NODAL - RSN**

La estación RSN funciona como una estación repetidora. Se constituye añadiendo un segundo transceptor a una estación terminal. Se deberá utilizar la RSN cuando el trayecto radio entre la RSC y la RST esté obstruido o cuando la distancia sea muy grande. Las distancias máximas típicas del radio enlace son de 30 a 40 km. Se pueden conectar hasta 16 RSN, en cascada entre la RSC y cualquier RST, con objeto de obtener la máxima cobertura del sistema A9800 R2.

Pueden conectarse abonados a la RSN, siendo la configuración mecánica para uso de intemperie.

Con objeto de incrementar la disponibilidad del sistema la RSN-4 SB está equipada con la opción de standby, la cual proporciona redundancia de las unidades RF y potencia.

### 5.2.8. SUBSISTEMA SIN HILOS.

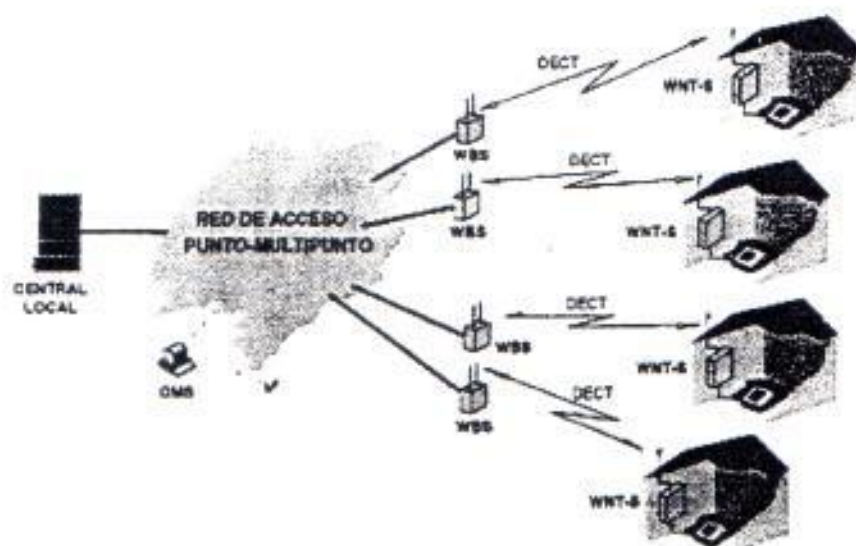
El subsistema sin hilos es una función especial del A9800 R2. Utiliza la tecnología DECT (radio TDMA/TDD multiportadora) para proporcionar acceso sin hilos entre los abonados telefónicos y la RST o RSN equipada con este subsistema. (Ver figura 5.7.)

La estación radio puede equiparse con una o dos estaciones base sin hilos (**WBS**) dependiendo del tráfico generado por los abonados sin hilos. A una estación radio se pueden direccionar hasta 128 abonados de este tipo.

En el lugar de los abonados se instala una terminación de red sin hilos-línea simple (**WNT-S**) la cuál proporciona una conexión de línea individual para equipos telefónicos convencionales.

Es posible disponer de abonados con hilos y sin hilos compartiendo la misma estación radio.





**FIGURA 5.7. Subsistema sin hilos**

El subsistema sin hilos es transparente a la mayoría de los servicios ofrecidos a un abonado con hilos convencional. Puede proporcionar servicios telefónicos básicos (similares a los suministrados a través de líneas cableadas), servicios de datos de banda de audio (fax y modems de acuerdo con las G.721), operación y mantenimiento en modos local y remoto, y en futuras versiones generación de impulsos de tarificación.

Los componentes principales del subsistema sin hilos son el WBS (estación base sin hilos) y la WNT-S (terminación de red sin hilos-línea simple). La conexión con el sistema A9800 R2 se realiza por medio de la RCW, situada en las estaciones radio. Se incluyen dos interfases:

- Interfaz RCW-WBS a 4 hilos: el suministro de potencia, el sincronismo, la señalización y los canales de usuario son soportados por esta interfaz. Sus características principales son :

- Bit rate: 1152 Kbps
- Código de línea: HDB3

- Interfaz aéreo DECT WBS-WNT-5: se utiliza la interfaz DECT estándar. Esto significa una banda de 1,88 a 1,90 GHZ, 10 portadoras, 12 intervalos de tiempo por portadora, 32 codificaciones de voz ADPCM...

Los componentes del subsistema sin hilos son:

### ❖ **WBS**

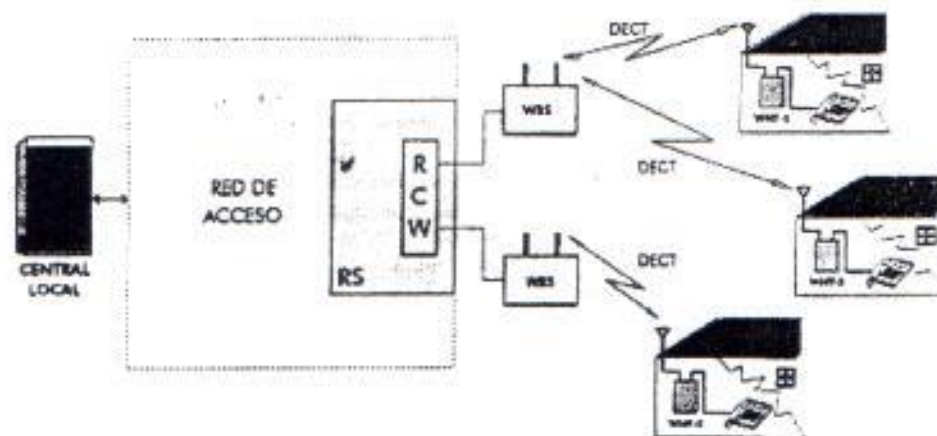
La WBS es capaz de unir varias WNT-Ss con la unidad RCW en las estaciones radio A9800 R2, permitiendo las comunicaciones bidireccionales entre las mismas. Las dos interfases mencionados anteriormente hacen posible esta comunicación. (Ver figura 5.8)

### ❖ **WNT- S**

La terminación de red sin hilos-línea simple (WNT-S) es un equipo que permite la conexión a dos hilos, de un equipo terminal de abonado a la red telefónica conmutada, a través del sistema PMP (A9800 R2).

Funcionalmente el equipo WNT-S está formado por las siguientes unidades:

- ❑ Unidad de radio, control, banda-base e interfaz de línea (RCBL).
- ❑ Baterías de reserva.
- ❑ Adaptador CA/CC externo (230 ó 115 Vca).
- ❑ Antena.



**FIGURA 5.8. Estructura del sistema**

El equipo emula una línea telefónica convencional, convirtiendo, a nivel de abonado, la señalización de la red telefónica convencional. Esta conversión se lleva a cabo mediante la unidad de radio, control, banda-base e interfaz de línea, consiguiéndose una conexión totalmente transparente.

Esta unidad implementa todas las funciones para transformar la señal banda-base procedente del

aparato telefónico, a la señal RF (estándar DECT) enviada a la WBS y viceversa.

### **5.2.9. OPERACIÓN**

Una instalación típica del sistema A9800 R2 contiene un cierto número de RSTs y RSNs conectadas vía radio con la RSC, compartiendo los canales disponibles en el sistema.

El A9800 R2 proporciona 60 intervalos de tiempo al usuario. Para el servicio telefónico el sistema utiliza codificación de voz PCM a 64 kbps o ADPCM a 32 kbps. Esto proporciona una capacidad de tráfico máxima de 120 canales a 32 kbps o de 60 canales a 64 kbps, o bien combinaciones permitidas de los mismos. La relación en el número de canales PCM/ADPCM la puede fijar el operador mediante la OAM o, de otro modo, puede oscilar dinámicamente entre ciertos límites establecidos por el operador. La operación básica del A9800 R2 es la siguiente: La RSC transmite continuamente y cada RST o RSN recoge la porción dirigida a sus abonados activos, para lo cual todas las estaciones son mantenidas

sincronizadas por la señal enviada por la XBS, y conocen los canales asignados a la comunicación en curso.

Los abonados sin hilos siempre usan canales de 32 kbps. La estructura de las tramas cumple con la norma DECT y el dimensionamiento de su sistema está planificado para que la probabilidad de bloqueo sea despreciable en esta parte del sistema. El método de duplexación en el lado sin hilos es duplex con división en el tiempo (TDD) y la técnica de acceso es por multiportadora TDMA.

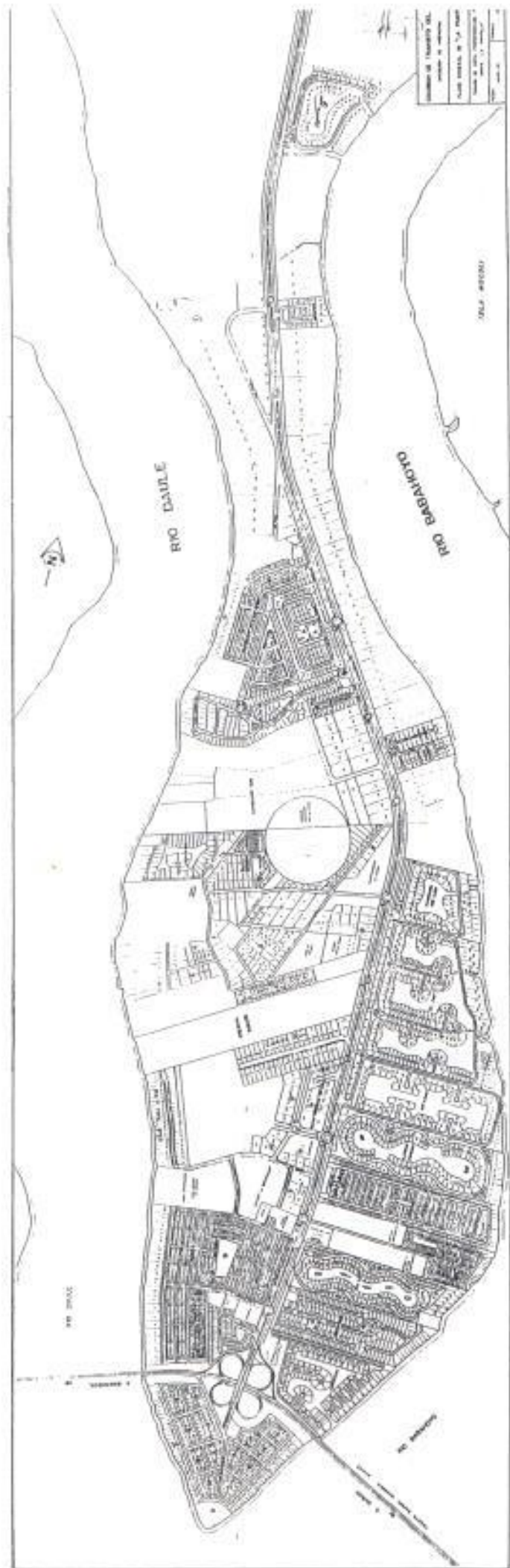
## **CAPITULO VI**

### **CARACTERISTICAS DE LA ZONA LA PUNTILLA**

#### **6.1. SITUACION POLITICA Y UBICACION GEOGRAFICA**

La Puntilla está ubicada en la provincia del Guayas, cantón Samborondón, parroquia Tarifa y se extiende a lo largo de la vía a Samborondón hasta el kilómetro 7,5. Toma su nombre por la forma que presenta de "punta" entre los rios Daule y Babahoyo. Actualmente cuenta con una población aproximada de 12000 habitantes distribuidos en una superficie de 8,3 km<sup>2</sup> aproximadamente. Ver mapa 1.

A pesar de su gran desarrollo y notable crecimiento urbanístico y económico, es aún considerada como zona rural del cantón Samborondón, sin embargo sus predios son tratados como urbanos.



MAPA I. La Puntilla.



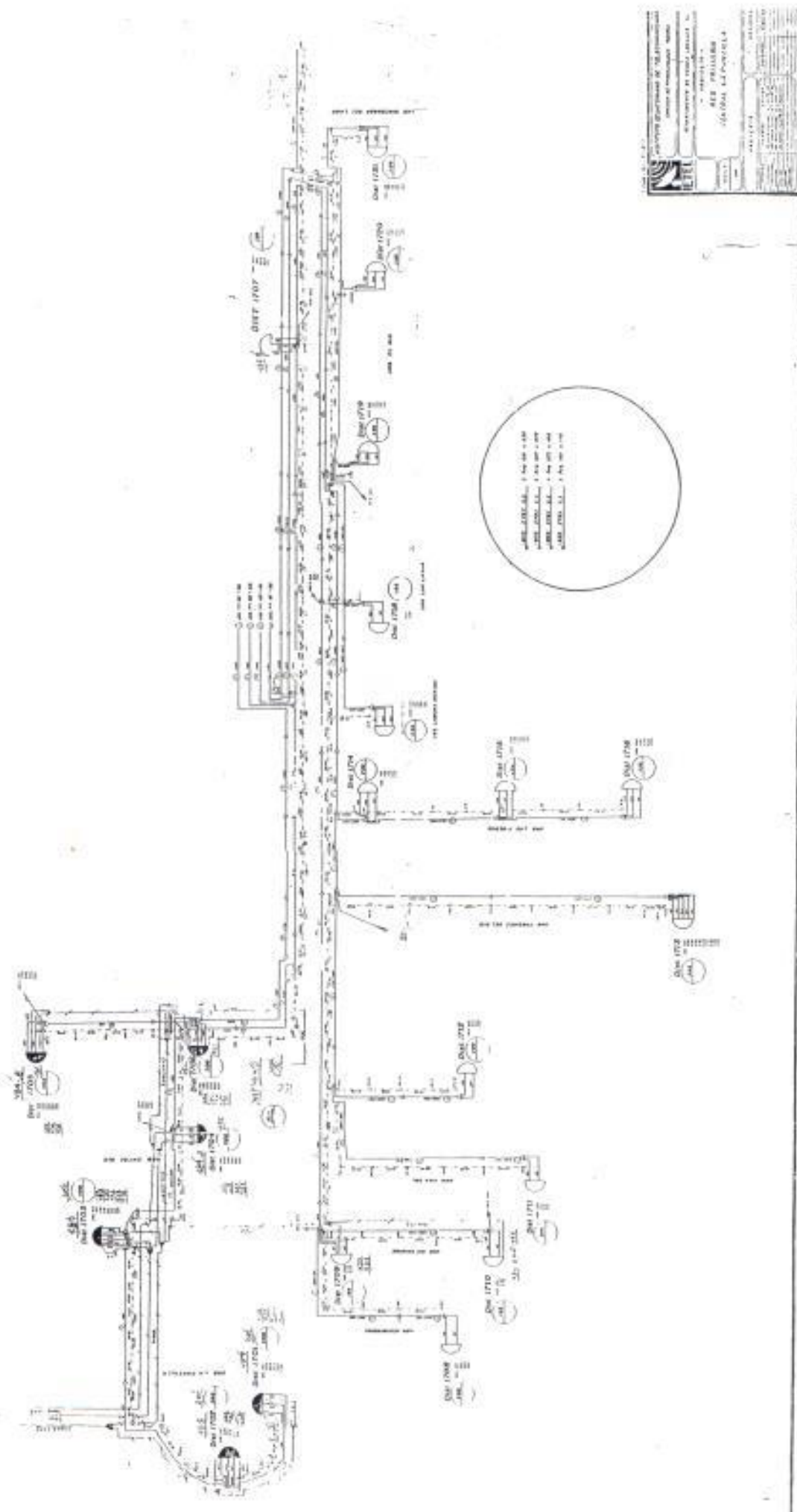
Es indudable que este sector es exclusivo por excelencia. El poder económico de sus habitantes, en su gran mayoría, se ve reflejado en las características de las urbanizaciones y conjuntos residenciales existentes. Si observamos las mismas encontraremos que estas son de gran clase y de alta seguridad. Las zonas comercial y bancaria están ubicadas en las primeras urbanizaciones a lo largo de la vía principal. Los grandes centros comerciales de la zona, como Puntilla Mall, Riocentro, Supermaxi, Río Plaza, entre otros, muestran el alto grado de crecimiento y desarrollo experimentado en muy corto tiempo.

A lo largo del sector se construyen nuevas urbanizaciones con las mismas características de las anteriormente mencionadas, a un ritmo acelerado y que hace preveer que en un corto plazo, la población crecerá vertiginosamente, lo que originará nuevas demandas en los diferentes servicios básicos propios de este tipo de urbanizaciones, entre los cuales sin duda alguna tiene una gran importancia el servicio telefónico.

## **6.2. SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA ZONA**

La Puntilla cuenta con una central digital de tecnología ALCATEL (E10B) con una capacidad total de 7140 abonados, de los cuales 6804 están habilitados, pero tan solo están instalados 4500 números. Esto indica que existe 2304 líneas telefónicas por asignarse en la zona.

Para tener una idea más clara de la distribución actual de las líneas y de como proceder a implementar las nuevas, recurrimos al departameno de planificación de PACIFICTEL en donde se nos proporcionó un plano que contiene la red primaria construida en la zona. Ver mapa II. En el mismo se nota que a partir de la Urbanización Guayaquil Tennis (km 4½) no existe planta externa, por lo que las diferentes urbanizaciones que ya están establecidas o que se están construyendo (cerca de 10) no podrán contar con el servicio telefónico hasta que la infraestructura lo permita. Se conoce que existen líneas ya contratadas en ciertas urbanizaciones, aunque no hay manera de atender esta necesidad en forma inmediata.



MAPA II. Red Telefónica Actual de la Puntilla.

Además conocemos que ciertas urbanizaciones, que a pesar de contar con la red primaria y secundaria, todavía requieren de líneas telefónicas y que no pueden ser atendidas por la central del sector debido a que la red está totalmente copada en esos sitios.

La tabla XI muestra la distribución de pares asignados por urbanización actualmente, así como el número de predios que hay en las mismas. Cabe destacar que la tabla presenta las urbanizaciones que cuentan con planta externa y se omiten aquellas que no tienen esta infraestructura, que como fue mencionado anteriormente son algunas.

En la tabla se observa que el total de pares es de 5950 para un total de 3621 predios, esto quiere decir que la relación teléfono - predio es menor de 2 a 1, lo que está por debajo de lo aceptable para este tipo de urbanizaciones. Recordemos que existe capacidad actual para 6804 líneas, por lo que la planta externa tendría un déficit de 854 líneas, que pueden ser cubiertas por el sistema inalámbrico.

<b>URBANIZACION</b>	<b>PARES</b>	<b>PREDIOS</b>
<b>LA PUNTILLA</b>	600	308
<b>ENTRERIOS</b>	1300	1274
<b>ACUAMARINA</b>	200	318
<b>RIO GRANDE</b>	300	177
<b>ISLA SOL</b>	400	115
<b>PARQUES DEL RIO</b>	500	203
<b>LAS RIBERAS</b>	750	484
<b>LAGUNA DORADA</b>	250	94
<b>LOS LAGOS</b>	150	83
<b>EL RIO</b>	250	174
<b>RINCONADA DEL LAGO</b>	550	61
<b>SAN ISIDRO</b>	200	82
<b>GUAYAQUIL TENNIS CLUB</b>	500	248
<b>TOTAL</b>	5950	3621

**TABLA XI. Distribución de pares y predios**

## **CAPITULO VII**

### **DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA LA PUNTILLA**

#### **7.1. GENERALIDADES**

En el diseño de la red inalámbrica para la Puntilla hemos considerado, en el análisis inicial de la división de celdas, las dos tecnologías estudiadas en el capítulo V: ERICSSON y ALCATEL, procediendo luego a establecer cual es la más conveniente y terminando el diseño de la red con la tecnología escogida.

#### **7.2. DIVISION DE LA PUNTILLA EN CELDAS SEGUN LA INTENSIDAD DE TRAFICO DE LA ZONA**

Las mediciones de la intensidad de tráfico en la hora pico de la puntilla dan un promedio de 100 merlg/ab (1% GOS), valor típico para aplicaciones de telefonía básica pública. Esta intensidad es fácilmente manejada por la central del sector con sus 742 circuitos instalados para su comunicación con otras centrales, lo que equivale a 714,12 erlangs (1% GOS), que a capacidad total

puede manejar una intensidad de 100 merlg/ab; sin embargo la central actualmente puede atender hasta 6804 abonados, lo que dá:

$$714,12 \text{ Erlangs} = 6804 \text{ ab.} \times X$$

$$X = 105 \text{ merlg/ab.}$$

Cabe recordar que este valor es un promedio probabilístico del aporte de un abonado a la ocupación de la línea, y por lo tanto en la realidad cada abonado podrá ocupar en mayor o menor cantidad la línea de lo que este valor indica. Así por ejemplo, las líneas comerciales están consideradas que manejan una intensidad de tráfico de 200 merlg/ab o mayor.

Para nuestros cálculos hemos considerado las intensidades de tráfico de 100 merlg/ab para una línea básica y de 200 merlg/ab para una línea comercial. No se ha considerado poner monederos debido a las características de la zona que no son propicias para tal servicio.

Considerando las características técnicas de los equipos Ericsson y Alcatel y las necesidades del sector la Puntilla en servicios

telefónicos hemos procedido a dividir la zona en la forma que muestran los mapas III y IV para cada una de las tecnologías respectivamente.

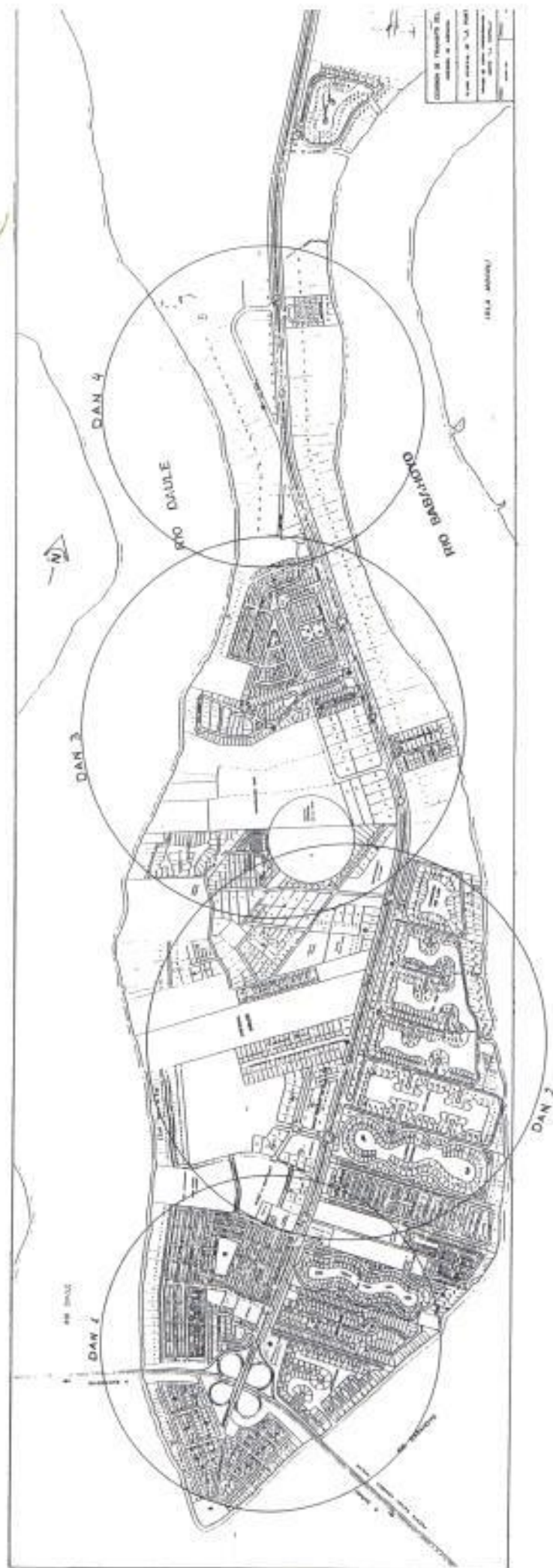
Como se observa en los mapas, con la tecnología Ericsson la Puntilla queda dividida en cuatro celdas, cuyas características se mostrarán en cálculos posteriores. Esto se debe a la capacidad de manejo que tiene cada DAN (hasta 600 abonados por celda, considerando 78 merlg/ab) lo que permite atender a más abonados con menor infraestructura.

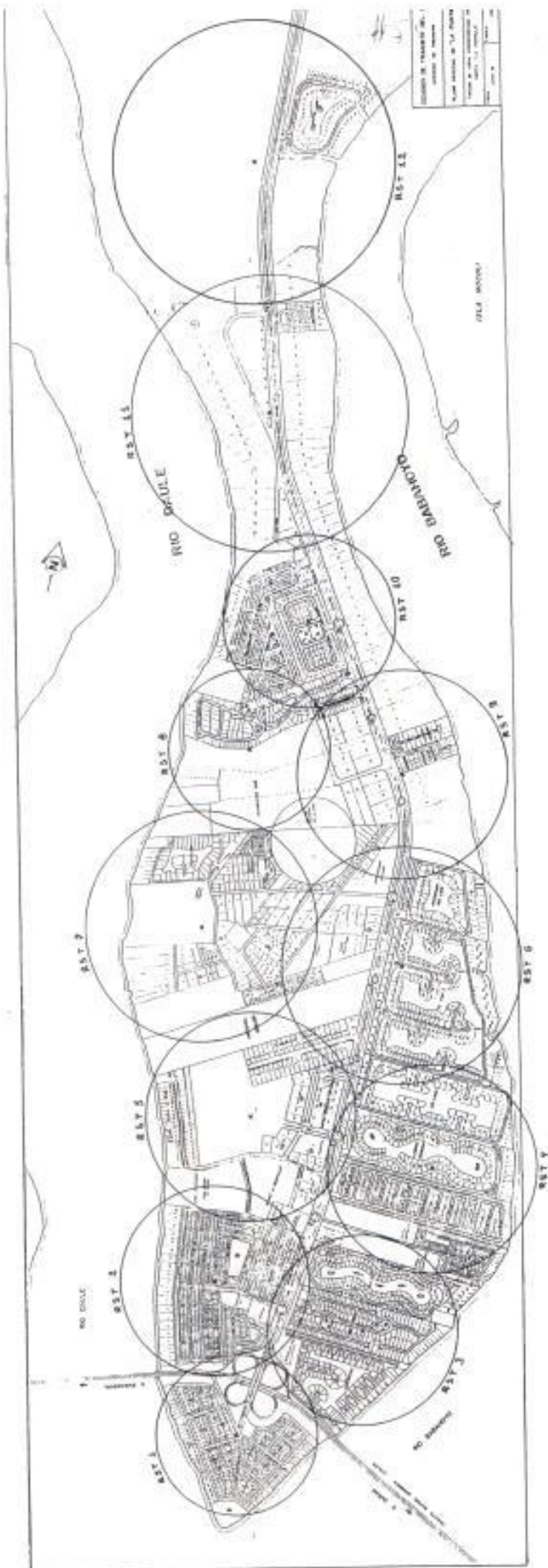
Con Alcatel la situación es diferente, la Puntilla tiene que ser dividido en 14 celdas, debido a la menor capacidad en el manejo de abonados en cuanto a la intensidad de tráfico de las mismas. Con esta tecnología cada XBS puede manejar hasta 1024 abonados (a 2,048 Mbps) con un tráfico de 46,95 Erlangs a 1% de GOS, esto dá:

$$46,95 \text{ Erlangs} = 1024 \text{ ab.} \times X$$

$$X = 45,85 \text{ merlg/ab.}$$







MAPA IV. División en celdas con Tecnología Alcatel.

Capacidad que es adecuada para zonas rurales donde es típico tener estas intensidades de tráfico. Para una intensidad de tráfico de 100 merlg/ab, la XBS se reduce a:

$$46,95 \text{ Erlangs} = 100 \text{ merlg/ab} \times X$$

$$X \approx 470 \text{ abonados}$$

$$470 \text{ ab} = 128 \text{ ab/RST} \times X$$

$$X \approx 4 \text{ RST}$$

Es decir se producen dos efectos. Primero, debido a la intensidad de tráfico cada XBS debe manejar solo 470 abonados de los 1024 que tiene de capacidad total y segundo, para manejar a estos 470 abonados (más o menos lo mismo que maneja una DAN a 100 merlg/ab , 1% GOS) se necesitan aproximadamente 4 RST, es decir 4 veces más infraestructura que la necesaria para la tecnología Ericsson.

Sin duda alguna la tecnología Alcatel aprovecha mejor su capacidad en las zonas rurales y Ericsson lo hace en las zonas urbanas.

Los cálculos para la división de las celdas realizadas en cada una de las mismas, se presenta a continuación para ambas tecnologías.

### 7.2.1. SISTEMA ERICSSON

Para cada DAN hemos considerado un número de líneas comerciales y el resto en líneas de telefonía básica, para completar así la capacidad que cada DAN tiene según el estudio de tráfico. La fórmula que se aplica para determinar este número es la que sigue:

$$C = A_C \times I_C + A_B \times I_B$$

Donde:

**C** = Intensidad total de tráfico del sistema (DAN) en Erlangs .

$A_C$  = Número de abonados comerciales.

$I_C$  = Intensidad de tráfico considerado para los abonados comerciales en Erlangs.

$A_B$  = Número de abonados normales.

$I_B$  = Intensidad de tráfico considerado para los abonados normales.

### 1<sup>ER</sup> DAN

$$47 \text{ Erlangs} = 30 (0,2 \text{ erl/ab}) + X_1 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_1 = 410 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 440 \text{ abonados}$$

### 2<sup>DO</sup> DAN

$$47 \text{ Erlangs} = 40 (0,2 \text{ erl/ab}) + X_2 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_2 = 390 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 430 \text{ abonados}$$

**3ER DAN**

$$47 \text{ Erlangs} = X_3 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_3 = 470 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 470 \text{ abonados}$$

**4TO DAN**

$$47 \text{ Erlangs} = X_4 (0,1 \text{ erl/ab})$$

$$X_4 = 470 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 470 \text{ abonados}$$

Mediante esta división con la tecnología Ericsson, con 4 DANs se puede atender a un total de 1810 abonados, distribuidos en una forma proporcional a las necesidades de la zona.

### 7.2.2. SISTEMA ALCATEL

En este sistema consideraremos 4 RST por RSC. Las ecuaciones propuestas determinarán si la asignación de líneas e intensidades de tráfico son correctos.

#### 1<sup>ER</sup> RSC

$$C = 100 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + [ 118 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 10 ( 0,2 \text{ erl/ab} ) ] \\ + [ 108 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 20 ( 0,2 \text{ erl/ab} ) ] + 83 ( 0,1 \text{ erl/ab} )$$

$$C = 46,9 \text{ erlangs}$$

Este valor es menor a la capacidad total del RSC (46,95 Erlangs) por lo que la asignación establecida en cada RST para líneas comerciales y normales es permitida.

La asignación de líneas para este RSC, así como para todos los demás se realizó bajo las siguientes condicionantes: Primero, cada RST no puede tener más de 128 abonados; segundo, en cada RST se considera un determinado número de líneas comerciales, según las características de la zona, siendo el resto para líneas

normales; y tercero, si la capacidad total no es sobrepasada, la asignación es correcta, caso contrario se deberá buscar una asignación que concuerde con los parámetros establecidos.

### 2º RSC

$$C = [ 85 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 25 ( 0,2 \text{ erl/ab} ) ] + [ 100 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 5 ( 0,2 \text{ erl/ab} ) ] + 120 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 100 ( 0,1 \text{ erl/ab} )$$

$$C = 46,5 \text{ erlangs}$$

### 3º RSC

$$C = 100 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 120 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + [ 120 ( 0,1 \text{ erl/ab} ) + 5 ( 0,2 \text{ erl/ab} ) ] + 115 ( 0,1 \text{ erl/ab} )$$

$$C = 46,5 \text{ erlangs}$$

Mediante la división de celdas con la tecnología Alcatel, con 3 RSC y con 12 RST atendemos a un total de 1334 abonados. Esto representa una cantidad menor de abonados que lo calculado con la tecnología Ericsson y además una infraestructura mucho mayor que no hace viable la inversión usando este sistema. De esta manera



hemos concluido que para nuestro diseño y las características de la zona, la mejor opción es el sistema DRA1900 de la Ericsson.

### 7.3. PARAMETROS Y CALCULOS FINALES DEL DISEÑO

Una vez establecido el sistema y la tecnología a usar procedemos a mostrar con mayor detalle las características de las celdas, del enlace microondas y otros parámetros involucrados en el diseño realizado.

#### 1<sup>ER</sup> DAN

<b>Ubicación</b>	Centro Comercial "Puntilla Mall"
<b>Radio de cobertura</b>	≈ 836 m.
<b>Capacidad de abonados</b>	440

#### ENLACE MICROONDAS

<b>Frecuencia de operación (F)</b>	15 Ghz, $\lambda = 0,02$ m.
<b>Distancia del enlace (D)</b>	1,2 Km.
<b>Altura antena 1 (<math>h_1</math>)</b>	19 m.
<b>Altura antena 2 (<math>h_2</math>)</b>	13 m.

<b>Ganancia antena 1 (<math>G_1</math>) (directiva)</b>	37 dBi
<b>Ganancia antena 2 (<math>G_2</math>) (directiva)</b>	37 dBi
<b>Potencia de transmisión (<math>P_{Tx}</math>)</b>	18 dBm
<b>Umbral de recepción (U)</b>	- 77 dBm, BER $10^{-6}$
<b>Punto de reflexión*</b>	712,5 m.
<b>Pérdidas por espacio libre (<math>P_0</math>)*</b>	117,55 dB
<b>Pérdidas en los conectores</b>	0,8 dB (0,2 dB/conector)
<b>Pérdidas en las líneas de Tx (<math>P_L</math>)*</b>	4,99 dB (15,62 dB/100 m)
Antena 1	2,96 dB
Antena 2	2,03 dB
<b>Margen de seguridad (M)</b>	6 dB
<b>Pérdidas totales (<math>P_t</math>)*</b>	129,34 dB
<b>Potencia de recepción (<math>P_{Rx}</math>)*</b>	- 37,34 dBm
<b>Margen de desvanecimiento (N)*</b>	39,66 dBm

**\* CALCULOS**

Punto de reflexión: 
$$d_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} D$$

$$d_1 = \frac{19}{32} (1200)$$

**$d_1 = 712,5 \text{ m.}$**

Pérdidas por espacio libre:  $P_0 = 92,44 + 20 \log D + 20 \log F$

$$P_0 = 92,44 + 20 \log (1.2) + 20 \log (15)$$

$$\mathbf{P_0 = 117,55 \text{ dB}}$$

Pérdidas totales:  $P_t = P_0 + P_c + P_L + M$

$$P_t = 117,55 + 0,8 + 4,99 + 6$$

$$\mathbf{P_t = 129,34 \text{ dB}}$$

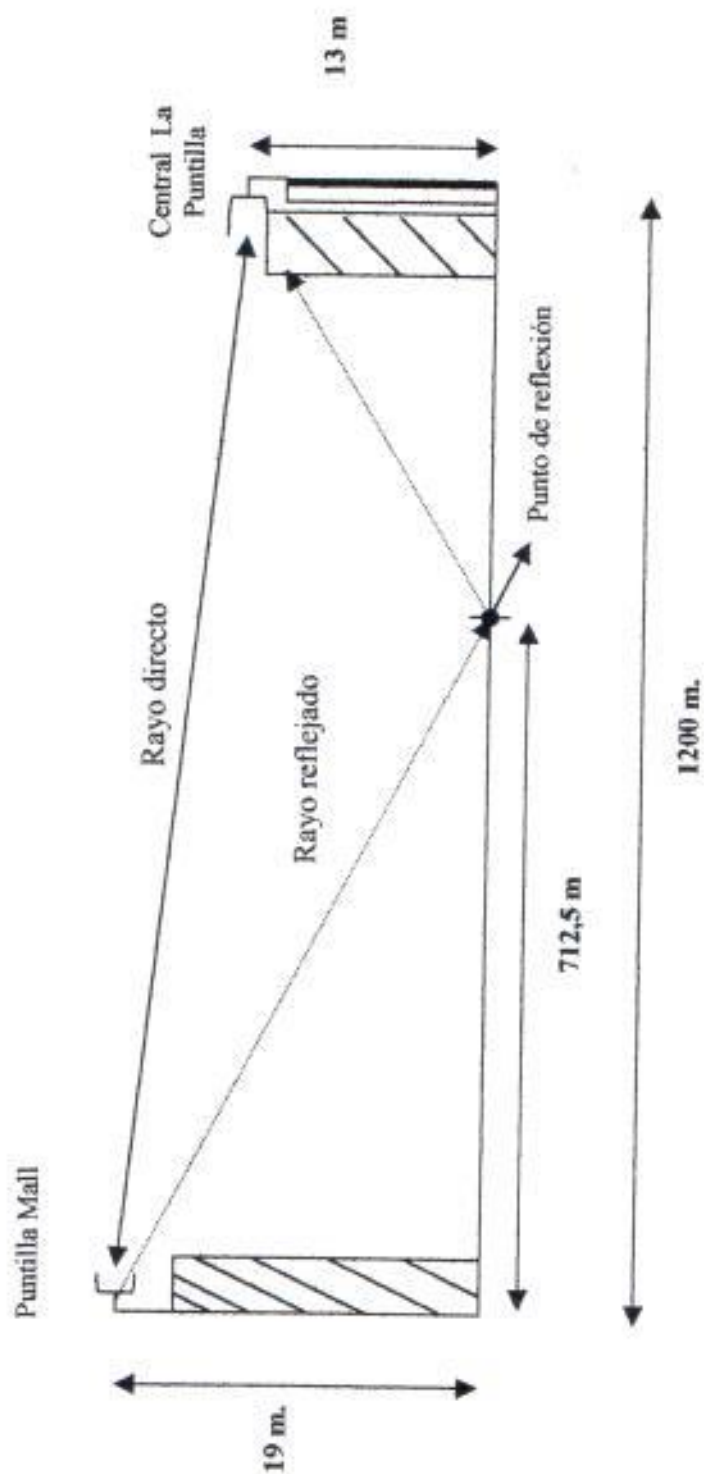
Potencia de recepción:  $P_{Rx} = P_{Tx} + G_1 + G_2 - P_t$

$$P_{Rx} = 18 + 37 + 37 - 129,34$$

$$\mathbf{P_{Rx} = - 37,34 \text{ dBm}}$$

Margen de desvanecimiento:  $N = P_{Rx} - U$

$$\mathbf{N = 39,66 \text{ dBm}}$$



**Figura 7.1. Diagrama de perfil del primer enlace**

## 2<sup>DO</sup> DAN

<b>Ubicación</b>	Urbanización Camino Real, solar 1
<b>Radio de cobertura</b>	≈ 1056 m.
<b>Capacidad de abonados</b>	430

## ENLACE MICROONDAS

<b>Frecuencia de operación (F)</b>	15 Ghz, $\lambda = 0,02$ m.
<b>Distancia del enlace (D)</b>	440 m.
<b>Altura antena 1 (<math>h_1</math>)</b>	18 m.
<b>Altura antena 2 (<math>h_2</math>)</b>	8 m.
<b>Ganancia antena 1 (directiva) (<math>G_1</math>)</b>	37 dBi
<b>Ganancia antena 2 (directiva) (<math>G_2</math>)</b>	37 dBi
<b>Potencia de transmisión (<math>P_{Tx}</math>)</b>	14 dBm
<b>Umbral de recepción (U)</b>	- 77 dBm, BER $10^{-6}$
<b>Punto de reflexión*</b>	305 m.
<b>Pérdidas por espacio libre (<math>P_0</math>)*</b>	108,83 dB
<b>Pérdidas en los conectores</b>	0,8 dB (0,2 dB/conector)
<b>Pérdidas en las líneas de Tx (<math>P_L</math>)*</b>	4,05 dB (15,62 dB/100 m)
Antena 1	2,81 dB
Antena 2	1,24 dB
<b>Margen de seguridad (M)</b>	6 dB
<b>Pérdidas totales (<math>P_t</math>)*</b>	119,68 dB
<b>Potencia de recepción (<math>P_{Rx}</math>)*</b>	- 31,68 dBm

**Margen de desvanecimiento (N)\***      45,32 dBm

**\* CALCULOS**

Punto de reflexión: 
$$d_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} D$$

$$d_1 = \frac{18}{26} (440)$$

**$d_1 = 305 \text{ m.}$**

Pérdidas por espacio libre:  $P_0 = 92,44 + 20 \log D + 20 \log F$

$$P_0 = 92,44 + 20 \log (0,44) + 20 \log (15)$$

**$P_0 = 108,83 \text{ dB}$**

Pérdidas totales:

$$P_t = P_0 + P_c + P_L + M$$

$$P_t = 108,83 + 0,8 + 4,05 + 6$$

**$P_t = 119,68 \text{ dB}$**

Potencia de recepción:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_1 + G_2 - P_t$$

$$P_{Rx} = 14 + 37 + 37 - 119,68$$

**$P_{Rx} = - 31,68 \text{ dBm}$**

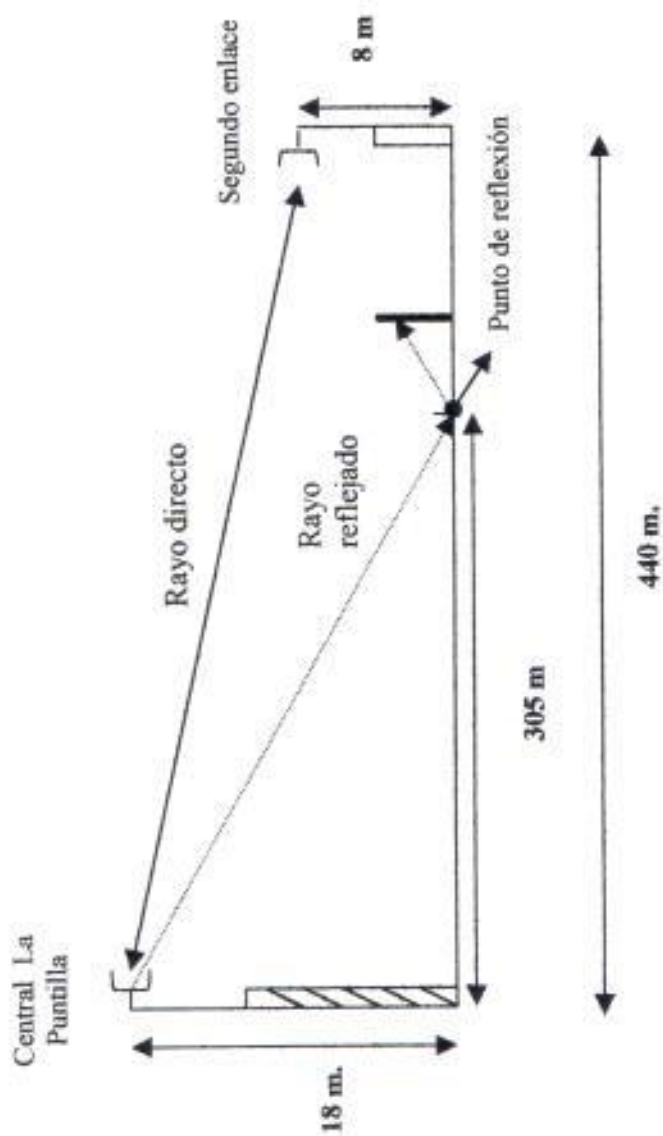


Figura 7.2. Diagrama de perfil del segundo enlace

Margen de desvanecimiento:  $N = P_{RX} - U$

$$N = 45,32 \text{ dBm}$$

### 3ER DAN

<b>Ubicación</b>	Urb. Palmar del Rio, Av. principal solar 20
<b>Radio de cobertura</b>	$\approx 1038 \text{ m.}$
<b>Capacidad de abonados</b>	470

### ENLACE MICROONDAS

<b>Frecuencia de operación (F)</b>	15 Ghz, $\lambda = 0,02 \text{ m.}$
<b>Distancia del enlace (D)</b>	1,9 km.
<b>Altura antena 1 (<math>h_1</math>)</b>	15 m.
<b>Altura antena 2 (<math>h_2</math>)</b>	15 m.
<b>Ganancia antena 1 (directiva) (<math>G_1</math>)</b>	37 dBi
<b>Ganancia antena 2 (directiva) (<math>G_2</math>)</b>	37 dBi
<b>Potencia de transmisión (<math>P_{TX}</math>)</b>	18 dBm
<b>Umbral de recepción (U)</b>	- 77 dBm, BER $10^{-6}$
<b>Punto de reflexión*</b>	950 m.
<b>Pérdidas por espacio libre (<math>P_0</math>)*</b>	121,54 dB
<b>Pérdidas en los conectores</b>	0,8 dB (0,2 dB/conector)
<b>Pérdidas en las líneas de Tx (<math>P_L</math>)*</b>	4,68 dB (15,62 dB/100 m)





Antena 1	2,34 dB
Antena 2	2,34 dB
<b>Margen de seguridad (M)</b>	6 dB
<b>Pérdidas totales (P<sub>t</sub>)*</b>	133,02 dB
<b>Potencia de recepción (P<sub>Rx</sub>)*</b>	- 41,02 dBm
<b>Margen de desvanecimiento (N)*</b>	35,98 dBm

### \* CALCULOS

Punto de reflexión: 
$$d_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} D$$

$$d_1 = \frac{15}{30} (1900)$$

$$d_1 = 950 \text{ m.}$$

Pérdidas por espacio libre: 
$$P_0 = 92,44 + 20 \log D + 20 \log F$$

$$P_0 = 92,44 + 20 \log (1,9) + 20 \log (15)$$

$$P_0 = 121,54 \text{ dB}$$

Pérdidas totales: 
$$P_t = P_0 + P_C + P_L + M$$

$$P_t = 121,54 + 0,8 + 4,68 + 6$$

$$P_t = 133,02 \text{ dB}$$

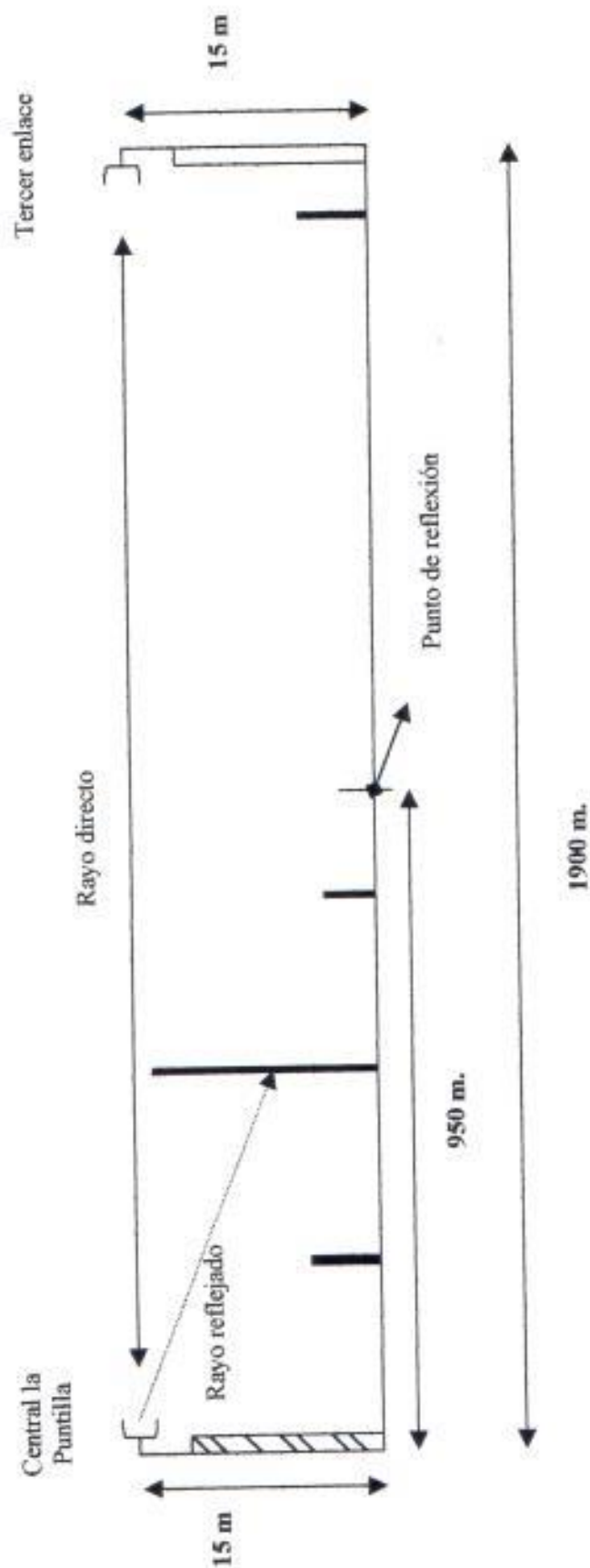


Figura 7.3. Diagrama de perfil del tercer enlace

Potencia de recepción:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_1 + G_2 - P_t$$

$$P_{Rx} = 18 + 37 + 37 - 133,02$$

$$P_{Rx} = - 41,02 \text{ dBm}$$

Margen de desvanecimiento:

$$N = P_{Rx} - U$$

$$N = 35,98 \text{ dBm}$$

#### 4<sup>TO</sup> DAN

<b>Ubicación</b>	Km 5 vía Samborondón
<b>Radio de cobertura</b>	≈ 880 m.
<b>Capacidad de abonados</b>	470

#### ENLACE MICROONDAS

<b>Frecuencia de operación (F)</b>	15 Ghz, $\lambda = 0,02 \text{ m.}$
<b>Distancia del enlace (D)</b>	3,5 km.
<b>Altura antena 1 (h<sub>1</sub>)</b>	17 m.
<b>Altura antena 2 (h<sub>2</sub>)</b>	15 m.
<b>Ganancia antena 1 (directiva) (G<sub>1</sub>)</b>	37 dBi
<b>Ganancia antena 2 (directiva) (G<sub>2</sub>)</b>	37 dBi
<b>Potencia de transmisión (P<sub>Tx</sub>)</b>	18 dBm
<b>Umbral de recepción (U)</b>	- 77 dBm, BER 10 <sup>-6</sup>



<b>Punto de reflexión*</b>	1859 m de la DAN
<b>Pérdidas por espacio libre (<math>P_0</math>)*</b>	126,84 dB
<b>Pérdidas en los conectores</b>	0,8 dB (0,2 dB/conector)
<b>Pérdidas en las líneas de Tx (<math>P_L</math>)*</b>	4,99 dB (15,62 dB/100 m )
Antena 1	2,65 dB
Antena 2	2,34 dB
<b>Margen de seguridad (M)</b>	6 dB
<b>Pérdidas totales (<math>P_t</math>)*</b>	138,63 dB
<b>Potencia de recepción (<math>P_{Rx}</math>)*</b>	- 46,63 dBm
<b>Margen de desvanecimiento (N)*</b>	30,37 dBm

#### \* CALCULOS

Punto de reflexión:

$$d_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} D$$

$$d_1 = \frac{17}{32} (3500)$$

$$d_1 = 1859 \text{ m.}$$

Pérdidas por espacio libre:  $P_0 = 92,44 + 20 \log D + 20 \log F$

$$P_0 = 92,44 + 20 \log (3,5) + 20 \log (15)$$

$$P_0 = 126,84 \text{ dB}$$

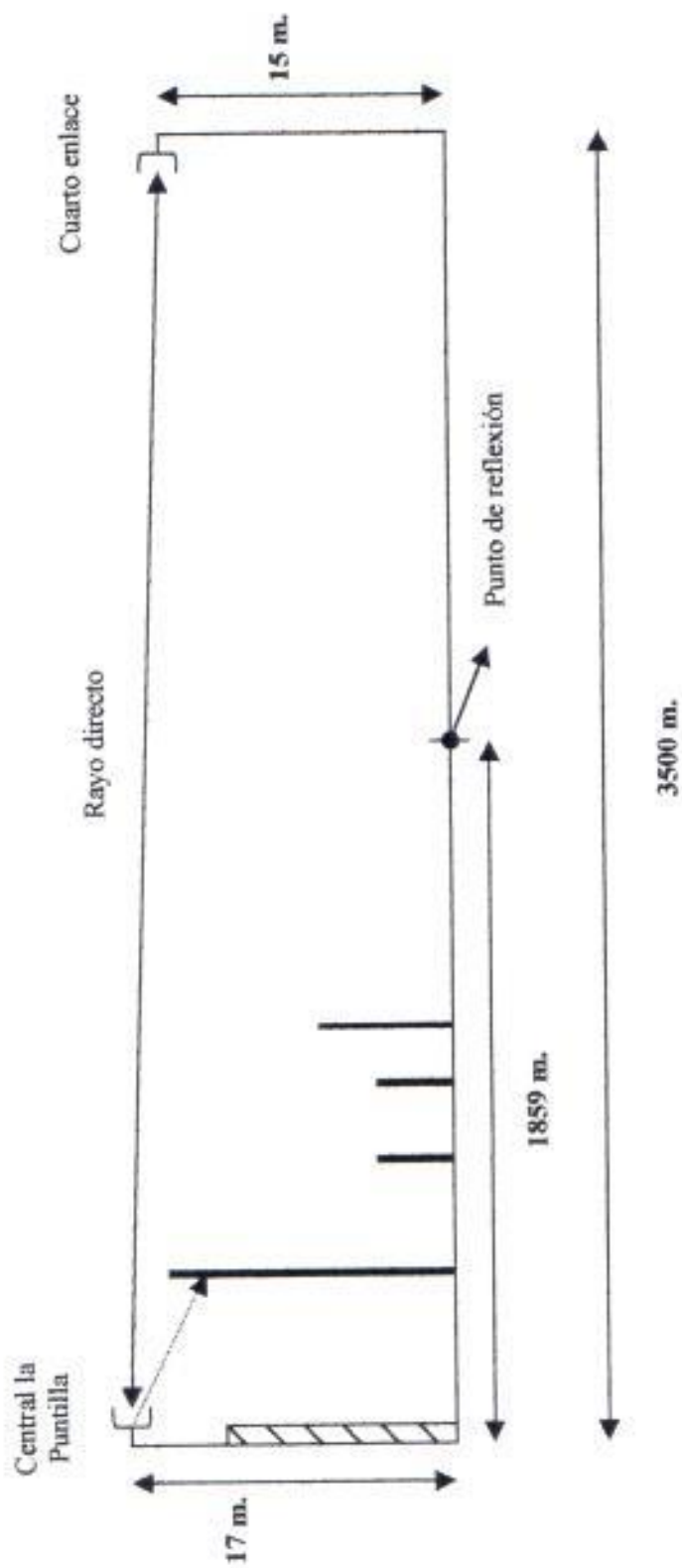


Figura 7.4. Diagrama de perfil del cuarto enlace

Pérdidas totales:

$$P_t = P_0 + P_c + P_L + M$$

$$P_t = 126,84 + 0,8 + 4,99 + 6$$

$$P_t = 138,63 \text{ dB}$$

Potencia de recepción:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_1 + G_2 - P_t$$

$$P_{Rx} = 18 + 37 + 37 - 138,63$$

$$P_{Rx} = - 46.63 \text{ dBm}$$

Margen de desvanecimiento:

$$N = P_{Rx} - U$$

$$N = 30.37 \text{ dBm}$$

### RNC

<b>Número de RNCs</b>	4
<b>Ubicación</b>	Emetel La Puntilla
<b>Capacidad total</b>	Hasta 1810 abonados

El estudio del enlace microondas para este sector es relativamente fácil debido a las características propias de la zona. No existen grandes obstáculos que impidan establecer línea de

vista entre los DANs y los RNCs (considerándose como un hecho que el 100 % de la primera zona de Fresnel está libre y por lo tanto no existen pérdidas por este factor ), así como las distancias a cubrir son pequeñas por lo que no se necesita considerar la curvatura de la Tierra.

Se ha escogido trabajar con frecuencias del orden de los 15 Ghz, antenas directivas de pequeño diámetro (0,6 m y 37 dBi), transmisores de baja potencia (18 dBm) y receptores con un nivel de sensibilidad aceptable para nuestras consideraciones (- 77 dBm), debido a que las distancias de los enlaces establecidos son pequeñas y no existen grandes pérdidas en el camino; así lo demuestran los cálculos de los niveles de recepción y de los márgenes de desvanecimiento.

## **CAPITULO VIII**

### **INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DRA 1900**

#### **8.1. INSTALACION**

Los diferentes equipos del sistema DRA 1900 deben ser instalados en posiciones que permitan un fácil acceso y a su vez brinden las condiciones necesarias para aprovechar al máximo las características propias del sistema. Así por ejemplo la DAN tendrá que ser ubicada a una altura apropiada de tal manera que pueda "visualizar" toda la celda, para ello se tendrán que armar las estructuras necesarias (por ejemplo torres, bases) si es que no existen elevaciones naturales o artificiales (como edificios) que cubran esta necesidad.

La FAU será ubicada de tal manera que permita tener línea de vista con la DAN a la que pertenece, preferiblemente en los techos de las casas o azoteas de los edificios donde se encuentra el abonado.



### 8.1.1. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Se estima que la implementación total de un proyecto de estas características se lo realizaría en un tiempo aproximado de 3 meses. Sin embargo este tiempo dependerá de las circunstancias involucradas en los parámetros que se listan en la tabla XII.

<b>PARAMETROS</b>	<b>PROMEDIO ( Días )</b>
<b>Tiempo de entrega del equipo</b>	45 días
<b>Desaduanización</b>	30 días
<b>Instalaciones Primarias y Pruebas</b>	5 días
<b>Instalaciones Secundarias y Pruebas</b>	1 día
<b>TOTAL</b>	81 días

**TABLA XII. Cronograma de Trabajo**

### 8.1.2. COSTOS

La infraestructura que presenta la tecnología Ericsson para llegar con el servicio telefónico inalámbrico hacia un abonado tiene un costo aproximado de 800 dólares por

línea. Este valor variará según la densidad de usuarios que se atiende en una zona determinada.

## 8.2. OPERACION Y MANTENIMIENTO

El sistema DRA 1900 de Ericsson basado en DECT para acceso de suscriptores por medio de radio está gestionado por el **RSNM**, es decir, el gestor de subred **RLL**. RLL es un acrónimo para Radio en el Bucle Local. El RSNM proporciona al operador funciones de gestión tales como gestión de configuración, de fallas, de desempeño y de seguridad. El RSNM recopila y procesa datos estadísticos y permite la actualización de elementos de red mediante la telecarga de software.

### ➤ CONFIGURACION.-

El sistema RSNM consta de una estación de trabajo para gestión de la red, terminales X, servidores de terminal, gestores de protocolo y diferentes tipos de modems. La configuración exacta depende del alcance del proyecto.

➤ *ESTACION DE TRABAJO PARA GESTION DE LA RED.-*

Una estación de trabajo para gestión de la red sirve de consola de gestión para la red DRA 1900. La estación de trabajo RSNM corre en una estación de trabajo HEWLETT PACKARD (HP) de la serie 700, con software preestablecido.

➤ *TERMINAL X.-*

Se puede conectar uno o más terminales X como consolas de operador.

➤ *ESTACION DE TRABAJO PARA GESTION DE PROTOCOLO.-*

En una red grande el módulo de la función de gestión de protocolo puede ser distribuido a estaciones de trabajo adicionales para equilibrar la carga.

➤ *SERVIDOR DE TERMINAL.-*

El servidor de terminal conecta los RNCs a la red TCP/ IP (LAN o WAN).

➤ *MODEM.-*

Si los RNC no se pueden conectar directamente al servidor de terminal, se puede usar una conexión de modem (a través de línea dedicada).

➤ *FUNCIONES DE RSNM.-*

El RSNM proporciona las siguientes funciones:

1. Adición, borrado y configuración de dominios de nodo de radio.
2. Configuración de RNC
3. Configuración de DAN
4. Adición y borrado de FAU
5. Aprovisionamiento de FAU
6. Monitorización de estado y detección de fallas de unidades reemplazables
7. Monitorización de red usando HP Open View (gestor de nodo de red)
8. Gestión distribuida de RNC
9. Telecarga de software a DAN y FAU
10. Prueba de bucle de retorno de FAU
11. Control de acceso

## 12. Ayuda en línea

### ➤ *MODULOS FUNCIONALES DE RSNM.-*

El RSNM consta de varios módulos funcionales.

### ➤ *GESTOR DE RED.-*

Usa el gestor de red HP Open View para presentar una vista topológica de la red DRA 1900. Cada dominio, RNC y DAN, se presenta en pantalla en un mapa con estructura jerárquica. El gestor de red monitorea la red y notifica a los usuarios los eventos de la red.

### ➤ *GESTOR DEL SISTEMA.-*

Proporciona las funciones requeridas para operar, administrar y gestionar la red, junto con el aprovisionamiento de las FAU. El gestor del sistema puede ser utilizado como programa autónomo o ser ejecutado desde el mapa topológico.

### ➤ *GESTOR DE PROTOCOLO.-*

Proporciona el enlace al equipo de radio. Monitoriza los cambios realizados en la red y notifica a Open View los cambios en la topología o en el estado de diferentes elementos

de red. El gestor de protocolo puede ser distribuido a uno o más sistemas hosts.

➤ *CONEXION A RNC.-*

La interfaz a los RNCs es un servidor de terminal, equipado con una interfaz serie V.25/V.28 de 9600 bps en un lado y una conexión TCP/IP estándar en el otro lado. La conexión entre los RNCs y el RSNM se puede hacer de varias maneras. Si la instalación RSNM está cercana a la instalación RNC, la conexión puede ser hecha directamente al servidor de terminal con un cable. Si la instalación RSNM está lejos de la instalación RNC:

- A través de MODEM V.24/V.28 en línea dedicada si la ubicación del RNC está remota del RSNM.
- A través de un servidor de terminal en la instalación RNC y LAN/WAN estándar si hay varias RNC en una instalación RNC.

➤ *CONEXION A FAU.-*

Para aprovisionamiento de FAU se usa la interfaz V.24/V.25 del servidor de acceso. Este zócalo se conecta, a través de una caja de conexión al puerto de servicio de la FAU que se va a aprovisionar.

Ya que cada instalación de cliente es más o menos única, la configuración exacta de hardware debe adaptarse a las necesidades particulares del proyecto.

La estación de trabajo RSNM es típicamente una del tipo HP 712/715 con una RAM de 128 a 256 Mbits dependiendo del número de RNCs a gestionar y el número de terminales X conectados. A fines de carga de software y de respaldo la estación de trabajo está también equipada con una unidad de cinta DAT, una unidad de CD ROM y una estación de disco. El monitor de color debe ser de 20 pulgadas como mínimo para una visualización clara de los detalles de la red. El tamaño del disco duro depende del número de elementos de red a gestionar y del volumen de datos estadísticos que se han de mantener en línea, pero se recomienda un mínimo de 2 Gbits.

Las estaciones de trabajo HP se pueden usar como gestores de protocolo distribuido. El número de servidores de terminal necesitados depende del número de RNCs a conectar.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La ciudad de Guayaquil es un centro comercial de gran importancia, que demanda de servicios telefónicos eficientes y oportunos de manera constante y en algunos casos de manera emergente. Pacifictel como empresa operadora de estos servicios no cuenta en la actualidad con la infraestructura necesaria para satisfacer todas las demandas que se presentan. Situación que es normal e incluso comprensible si hablamos de una ciudad que tiene un alto nivel de crecimiento que en algunos casos se realiza de forma poco organizada y responsable y que por lo tanto no cuentan con una planificación adecuada.

Para poder atender todas las necesidades, Pacifictel tendrá que crecer tanto en su planta interna como externa, siendo esto último lo más complicado de hacer debido a los estudios de planificación y de infraestructura que se deben establecer, lo que causa grandes demoras en las instalaciones de nuevas líneas y por lo tanto en el servicio eficiente a la ciudadanía.

El establecimiento de nuevas alternativas que presenten soluciones oportunas a estos problemas, de una manera viable tanto en la parte

técnica como económica, presentarán una mejora en el servicio telefónico para satisfacción de los usuarios.

Sin duda alguna, el sistema inalámbrico presenta una solución oportuna a estos problemas, presentando una tecnología que permite una inversión inicial baja (comparada con la inversión que se tiene que hacer para construir planta externa mediante pares de cobre u otros medios), un estándar reconocido que suministra servicios avanzados en el futuro y un sistema que ofrece costos muy bajos de operación, mantenimiento y administración de la red. Este estudio, creemos es un ejemplo de ello, que permite satisfacer las necesidades de un sector de alto crecimiento, de gran poder económico y en donde existe aún una gran demanda de servicios telefónicos, incluso en las urbanizaciones ya totalmente establecidas y que no pueden ser atendidas por la central local debido a la falta de planta externa .

El sistema utilizado DRA1900 de Ericsson es el más adecuado, a nuestra forma de ver, para las características del sector en donde existe una intensidad de tráfico tipo urbano y donde la densidad poblacional es alta y bien establecida. Su infraestructura es adecuada y permite establecer costos razonables para la adquisición de líneas

telefónicas para los moradores no sólo de esta urbanización, sino de aquellos asentamientos con un nivel económico medio.

Creemos que es importante establecer este tipo de sistema en aquellos lugares que presentan las características adecuadas para ello, así como se está realizando en la ciudad de Cuenca en donde se está dando paso a este tipo de tecnología.

## BIBLIOGRAFIA

1. Francisco Net, Teoría Básica de Radiación y Propagación Electromagnética, Noriega, 1990
2. Alcatel, Manual Técnico del Sistema A9800 R2, Alcatel, 1992
3. Ericsson, Manuales Técnicos del Sistema DRA900, Ericsson, 1995
4. Gabriel Andrade, Estudio y Diseño de la Ampliación del Sistema de Comunicación para canal 13 de T.V. para la Provincia de Galápagos, Tesis de Grado, 1989
5. Andrew, Catalog 35 System Planning Product Specification Services, 1995
6. Ericsson, Table of the Erlang Loss Formula, Telephone Exchange Division, 1979
7. Internet : [http:// www.ericsson.com/... access.html](http://www.ericsson.com/... access.html)
8. Internet : [http:// www.ericsson.com/... dect.html](http://www.ericsson.com/... dect.html)
9. Internet : [http:// www.cdma.com](http://www.cdma.com)
10. Internet : [http:// www.smi.siemens.com/... dect.html](http://www.smi.siemens.com/... dect.html)
11. Internet : [http:// www.geocities.com/... tdma.html](http://www.geocities.com/... tdma.html)
12. Internet : [http:// www.nap.edu/ fdma/...](http://www.nap.edu/ fdma/...)