

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO DE UNA RED WIFI PARA EL HOSPITAL METROPOLITANO DE QUITO QUE CUMPLA CON LOS ESTÁNDARES IEC 60601:1 DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS MÉDICOS

**PROYECTO DE TITULACIÓN O TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE LA INFORMACIÓN**

JORGE DARIO BASTIDAS CUMBAL

jbastidas@prismaecuador.com

Director: Ing. Xavier Alexander Calderón Hinojosa

xavier.calderon@epn.edu.ec

Quito, Noviembre 2012

DECLARACIÓN

Yo, **Jorge Darío Bastidas Cumbal**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

JORGE DARIO BASTIDAS CUMBAL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Jorge Darío Bastidas Cumbal**, bajo mi supervisión.

Ing. Xavier Calderón Hinojosa.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este proyecto de titulación debo agradecer a mi familia por darme el apoyo, la comprensión y el consejo durante la realización sin los cuales no habría conseguido su finalización.

Al Ing. Xavier Calderón por su guía, así como por sus consejos que ayudaron a la satisfactoria finalización de este proyecto de titulación.

A la Escuela Politécnica Nacional por darme los fundamentos necesarios así como al Hospital Metropolitano y su Departamento de Sistemas por darme las facilidades para la realización del mismo y por último debo agradecer a mis amigos y a los técnicos de las diferentes empresas involucradas en el proyecto por colaborarme para su realización.

Jorge Bastidas

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi familia que siempre me ha apoyado en las dediciones que he tomado en mi vida y siempre han estado a mi lado deseándome lo mejor, para ellos dedico este trabajo y el esfuerzo puesto en el mismo.

Jorge Bastidas

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN.....	viii
PRESENTACIÓN.....	ix

CAPÍTULO I

1	CONCEPTOS GENERALES.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	TECNOLOGÍA WIFI Y ESTÁNDAR 802.11	3
1.2.1	CONCEPTOS BÁSICOS	3
1.2.2	CAPA FÍSICA	5
1.2.2.1	Servicios soportados en IEEE 802.11	6
1.2.2.2	Arquitectura	8
1.2.2.3	IEEE 802.11	9
1.2.2.3.1	<i>Subcapa PMD</i>	10
1.2.2.3.1.1	<i>FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)</i>	10
1.2.2.3.1.2	<i>DSSS (Direct Secuency Spread Spectrum)</i> ^[W2]	11
1.2.2.3.1.3	<i>DFIR (Infrarrojo Difuso)</i>	12
1.2.2.3.2	<i>Subcapa PLCP</i>	12
1.2.2.4	IEEE 802.11b	13
1.2.2.4.1	<i>Modulación</i>	14
1.2.2.4.2	<i>Esquema de modulación CCK (Complementary Code Keying)</i>	15
1.2.2.4.3	<i>Subcapa física PLCP</i>	16
1.2.2.5	IEEE 802.11a	17
1.2.2.5.1	<i>Modulación OFDM</i>	18
1.2.2.6	IEEE 802.11g.....	19

1.2.2.7	IEEE 802.11n	21
1.2.3	SUBCAPA MAC 802.11	22
1.2.3.1	Funcionalidades de la Subcapa MAC	22
1.2.3.1.1	<i>Entrega de datos</i>	22
1.2.3.1.2	<i>Servicios de seguridad</i>	23
1.2.3.1.3	<i>Ordenamiento MSDU</i>	23
1.2.3.1.4	<i>Formato de la trama MSDU</i>	24
1.2.3.1.5	<i>Arquitectura del servicio de entrega de datos MAC</i>	24
1.2.3.2	Transferencia de datos	25
1.2.3.2.1	<i>Función de coordinación distribuida DCF</i>	26
1.2.3.2.2	<i>Función de coordinación puntual PCF</i>	28
1.2.3.2.3	<i>Función de coordinación híbrida HCF</i>	30
1.2.4	SEGURIDAD	30
1.2.4.1	Filtrado SSID	31
1.2.4.2	Filtrado MAC	31
1.2.4.3	Filtrado por protocolos	31
1.2.4.4	Estándares de seguridad	31
1.2.4.4.1	<i>WEP (Privacidad equivalente a cableado)</i>	31
1.2.4.4.2	<i>802.1x</i>	32
1.2.4.4.3	<i>WPA (Wi-Fi Protected Access)</i>	33
1.3	ESTÁNDAR 60601:1	33
1.4	ESTÁNDAR IEC 60601-1-2	35
1.4.1	REQUISITOS GENERALES	36
1.4.2	IDENTIFICACIÓN	38
1.4.3	DOCUMENTACIÓN	38
1.4.3.1	Instrucciones de uso	38
1.4.3.2	Descripción Técnica	39
1.4.4	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	48
1.4.4.1	Emisiones	48
1.4.4.1.1	<i>Protección de los Servicios de Radio</i>	48
1.4.4.2	Inmunidad	49
1.4.4.2.1	<i>Generalidades</i>	49
1.4.4.2.2	<i>Campos electromagnéticos radiados de Radio Frecuencia</i>	50

1.5	TECNOLOGÍAS APLICABLES AL PROYECTO	52
1.5.1	VIRTUAL LOCAL AREA NETWORKS VLAN	52
1.5.2	SISTEMAS DE GESTIÓN DE RED	53

CAPÍTULO II

2	ESTUDIO SITUACIÓN ACTUAL	55
2.1	INTRODUCCIÓN	55
2.2	EQUIPOS RED ACTIVA	56
2.3	ESTRUCTURA DE LA RED	62
2.3.1	SEGMENTO ADMINISTRATIVO	63
2.3.2	SEGMENTO MÉDICOS	65
2.3.3	SEGMENTO PACIENTES	66
2.3.4	SEGMENTO IMAGEN	68
2.3.5	SEGMENTO SERVIDORES	69
2.3.6	SEGMENTO TELÉFONOS.....	71
2.3.7	SEGMENTO ADMINISTRACIÓN.....	71
2.4	CONFIGURACIÓN VLANS	72
2.4.1	POLÍTICAS DE CONFIGURACIÓN	72
2.4.2	CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS	74
2.4.3	ASIGNACIÓN DE PUERTOS POR SEGMENTO.....	75
2.5	CABLEADO ESTRUCTURADO	76
2.6	RED INALÁMBRICA	78
2.6.1	INTRODUCCIÓN.....	78
2.6.2	ÁREA DE COBERTURA.....	79
2.7	ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD	92
2.7.1	RED INALÁMBRICA	92
2.7.2	RED CABLEADA	94
2.7.3	INTERNET.....	95
2.8	ÁREAS CON EQUIPOS MÉDICOS ELÉCTRICOS	96
2.9	REQUERIMIENTOS A DISEÑAR	98
2.9.1	REQUERIMIENTOS DEL NEGOCIO	100
2.9.2	REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS	102

2.9.3	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES	103
-------	------------------------------------	-----

CAPÍTULO III

3	DISEÑO DE LA RED	105
3.1	ATENUACIÓN	108
3.2	SELECCIÓN DEL ESTÁNDAR	109
3.3	ANÁLISIS DE TRÁFICO	110
3.3.1	APLICACIONES EMPRESARIALES	110
3.3.2	INTERNET.....	114
3.3.3	CORREO ELECTRÓNICO	114
3.3.4	POSIBLES APLICACIONES A FUTURO	115
3.3.4.1	Historia clínica electrónica.....	115
3.3.4.2	Telefonía IP inalámbrica.....	116
3.3.5	ANCHO DE BANDA POR TIPO DE USUARIO.....	117
3.4	NÚMERO DE USUARIOS BENEFICIADOS Y ACCESS POINTS.....	118
3.5	SELECCIÓN DE ACCESS POINTS	120
3.6	ÁREAS DE COBERTURA Y EXCEPCIÓN.....	123
3.6.1	LABORATORIO DE ANÁLISIS	124
3.6.2	RESONANCIA	126
3.6.3	IMAGEN	128
3.6.4	QUIRÓFANOS	132
3.6.5	AESCUAPIOS	133
3.7	UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS	135
3.7.1	ÁREA CONSULTORIOS C1 Y C2.....	136
3.7.1.1	Ubicación de los Access Points en C1	136
3.7.1.2	Ubicación de los Access Points en C2	141
3.7.2	ÁREA PLANTA BAJA.....	144
3.7.2.1	Análisis equipos General Electric Voluson E8 y Vivid 7	144
3.7.2.2	Análisis equipo Philips iE33	145
3.7.2.3	Análisis equipo General Electric Revolution XRD	146
3.7.2.4	Análisis equipo General Electric Light Speed VCT	148
3.7.2.5	Análisis equipo Philips Integris V3000	150

3.7.2.6	Análisis equipo Terason t3000.....	153
3.7.2.7	Ubicación de los Access Points en la Planta Baja	154
3.7.3	ÁREA SUBSUELO.....	161
3.7.3.1	Análisis equipo Philips Intera de 1.5 y 3 Teslas	161
3.7.3.2	Ubicación de los Access Points en el subsuelo.....	164
3.7.4	AESCULAPIOS	169
3.7.4.1	Análisis de los equipos General Electric Light Speed VCT y Voluson E8	169
3.7.4.2	Ubicación de los Access Points en Aesculapios	170
3.8	CONEXIÓN DE LA WLAN A LA RED CABLEADA	174
3.9	VLANS Y DIRECCIONAMIENTO IP.....	176
3.10	CONFIGURACIÓN, SEGURIDAD Y ADMINISTRACIÓN.....	178
3.10.1	CONFIGURACIÓN DE NUEVOS ACCESS POINTS	180
3.10.2	CONFIGURACIÓN DE VLANS Y ASIGNACIÓN DE LOS SSIDS	184
3.10.3	SELECCIÓN DE LOS CANALES A UTILIZAR.....	187
3.11	VERIFICACIÓN Y PRUEBAS	188
3.11.1	OBJETIVOS DE LAS PRUEBA	188
3.11.2	PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO PARA EQUIPO MÉDICO ELÉCTRICO.....	189
3.11.3	PROCEDIMIENTO PRUEBA FUNCIONAMIENTO DE LOS ACCESS POINTS	191

CAPÍTULO IV

4	ANÁLISIS DE COSTOS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	195
4.1	SELECCIÓN DE EQUIPOS	195
4.1.1	HP 4500G PWR.....	197
4.1.2	CISCO CATALYS 2960-S	198
4.1.3	CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS	198
4.2	COTIZACIONES RED ACTIVA.....	199
4.3	COTIZACIONES RED PASIVA.....	203
4.4	COSTO IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	206

CAPÍTULO V

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	207
5.1	CONCLUSIONES	207
5.2	RECOMENDACIONES	209

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1-1 Conjunto de servicios extendido (ESS)	6
Figura 1-2 Arquitectura en capas IEEE 802.11	8
Figura 1-3 Canales no overlapping en DSS	11
Figura 1-4 Formatos de trama subcapa PLCP	13
Figura 1-5 Cobertura de un Access Point en 802.11b	16
Figura 1-6 Formato trama PLCP 802.11b	16
Figura 1-7 Formato trama PLCP 802.11a	18
Figura 1-8 Formato trama PLCP en 802.11g	20
Figura 1-9 Formato de trama Subcapa MAC	24
Figura 1-10 Tiempos IFS	26
Figura 1-11 Protocolo CSMA / CA	27
Figura 1-12 Terminales ocultos	27
Figura 1-13 Coexistencia entre PCF y DCF	29
Figura 1-14 Método de autenticación 802.1x	32
Figura 1-15 Procedimiento para la determinación si un equipo no electro médico . está exento de los requisitos de ensayo de compatibilidad . electromagnética	37
Figura 1-16 Marcador equipo médico eléctrico que incluye transmisores de Radio . Frecuencia	38
Figura 1-17 Marcador equipo médico eléctrico que utiliza la exepción de ensayo . de conector	38
Figura 1-18 Utilización de VLANs	52
Figura 1-19 Encapsulación VLAN en trama Ethernet	53
Figura 1-20 Sistema de gestión de red	54

CAPÍTULO II

Figura 2-1 Distribución de las redes de la institución.	62
Figura 2-2 Estructura de red segmento administrativo.....	64
Figura 2-3 Estructura de red segmento médicos mal diseñada.....	66
Figura 2-4 Estructura de red segmento Pacientes.....	67
Figura 2-5 Estructura de red segmento imagen	69
Figura 2-6 Estructura de red segmento servidores	70
Figura 2-7 Distribución del cableado vertical en la institución.....	77
Figura 2-8 Survey <i>Hospitalización</i> Planta Baja.....	81
Figura 2-9 Survey <i>Hospitalización</i> H1	82
Figura 2-10 Survey <i>Hospitalización</i> H2.....	83
Figura 2-11 Survey pasivo Subsuselo	85
Figura 2-12 Survey pasivo Planta Baja.....	87
Figura 2-13 Survey pasivo C1	89
Figura 2-14 Survey pasivo C2	91
Figura 2-15 Conexión equipo “Wireless LAN Controller WX5002”.....	93
Figura 2-16 Imagen gestión red cableada del programa 3COM Network Director	94
Figura 2-17 Conexión de Internet para la institución	95
Figura 2-18 Personal interesado en la realización del proyecto	99
Figura 2-19 Esquema del posible sistema de gestión	104

CAPÍTULO III

Figura 3-1 Gráfica del programa 3COM Network Director del consumo de Ancho de Banda al utilizar la aplicación GEMA.....	112
Figura 3-2 Gráfica del programa 3COM Network Director del consumo de Ancho de Banda al utilizar la aplicación NAF.....	113
Figura 3-3 Tablet PC.....	116
Figura 3-4 Teléfono IP inalámbrico.....	116
Figura 3-5 Access Point D-LINK DAP-2553.....	121
Figura 3-6 Antena HP WA - 802.11n	121
Figura 3-7 Equipos COBAS para análisis de muestras en el área de Laboratorio	125

Figura 3-8 Proceso de funcionamiento fotométrico para equipos con ECL	125
Figura 3-9 Philips Intera 1,5T MRI	127
Figura 3-10 Philips Intera 3T MRI	127
Figura 3-11 Rayos X General Electric de modelo Revolution XRD.....	128
Figura 3-12 Tomógrafo computarizado General Electric Light Speed VCT 64	129
Figura 3-13 Angiógrafo Philips Integris V3000	130
Figura 3-14 Equipo General Electric Voluson E8	131
Figura 3-15 Equipo General Electric Vivid 7	131
Figura 3-16 Ecocardio Philips IE33.....	132
Figura 3-17 Ultrasonido portátil TERASON t3000.....	133
Figura 3-18 Tomógrafo General Electric CT Light Speed	133
Figura 3-19 Ultrasonido General Electric Voluson E8	134
Figura 3-20 Cámara Gama Siemens Oncor Impression PLUS	135
Figura 3-21 Ubicación de Access Points C1	138
Figura 3-22 Zona de cobertura de potencia piso C1	139
Figura 3-23 Velocidades de transmisión C1.....	140
Figura 3-24 Ubicación de Access Points C2	141
Figura 3-25 Zona de cobertura piso C2	142
Figura 3-26 Velocidades de transmisión C2.....	143
Figura 3-27 Ubicación de los equipos médicos eléctricos en el área de imagen	144
Figura 3-28 Distancia de separación recomendada entre equipos electrónicos y el equipo General Electric Light Speed VCT para no afectar a los primeros	150
Figura 3-29 Identificación en celeste de las zonas en las que no se pueden ubicar los Access Points.....	155
Figura 3-30 Ubicación Access Points Planta Baja	157
Figura 3-31 Zona de cobertura Planta Baja	159
Figura 3-32 Velocidades de transmisión Planta Baja	160
Figura 3-33 Ubicación equipos en Resonancia Magnética.....	161
Figura 3-34 Distribución del campo magnético de un equipo Philips Intera	164
Figura 3-35 Ubicación de Access Points Subsuelo	166
Figura 3-36 Zona de cobertura Subsuelo	167

Figura 3-37 Velocidades de transmisión en Planta Baja.....	168
Figura 3-38 Disposición de equipos médicos eléctricos en <i>Aesculapios</i>	169
Figura 3-39 Zonas en las cuales no se pueden colocar Access Points en . . <i>Aesculapios</i>	170
Figura 3-40 Ubicación Access Points en <i>Aesculapios</i>	171
Figura 3-41 Zona de cobertura <i>Aesculapios</i>	172
Figura 3-42 Velocidad de transmisión en <i>Aesculapios</i>	173
Figura 3-43 Forma de conexión de la red inalámbrica con la red cableada	176
Figura 3-44 Pantalla de inicio del equipo “Wireless LAN Controller WX5002”	181
Figura 3-45 Pantalla de inicio de configuración web del equipo 3COM WX5002	181
Figura 3-46 Pantalla de configuración Auto Access Point	182
Figura 3-47 Pantalla de búsqueda de Access Points	182
Figura 3-48 Visualización de Access Points encontrados	183
Figura 3-49 Cambio de nombre de los Access Points agregados al sistema	183
Figura 3-50 Visualización de Access Points bajo el control de l “Wireless LAN . Controller WX5002”	183
Figura 3-51 Pantalla de configuración de nueva VLAN.....	184
Figura 3-52 Ingresar ID de VLAN.....	185
Figura 3-53 Verificación de VLAN creada.....	185
Figura 3-54 Asignación de puerto físico de red cableada para VLAN	186
Figura 3-55 Creación de servicios Wireless	186
Figura 3-56 Asignación de VLAN y configuración de seguridad.....	187
Figura 3-57 Tomografía de prueba sin equipos Access Point activos.....	189
Figura 3-58 Ubicación del equipo cliente y el Access Point en la sala de control . del Tomógrafo	190
Figura 3-59 Tomografía de prueba con un equipos Access Point activo ubicado en . la zona determinada por el proyecto	190
Figura 3-60 Presentación en java del programa Jperf-2.0.2	191
Figura 3-61 Rendimiento del enlace entre los equipos de la red de prueba sin el . funcionamiento del tomógrafo	193
Figura 3-62 Rendimiento del enlace entre los equipos de la red de prueba con el . tomógrafo funcionando	193

Figura 3-63 Rendimiento de l enlace entre los equipos de la red de prueba graficado por el servidor	194
--	-----

CAPÍTULO IV

Figura 4-1 Switch HP 4500G PWR.....	197
Figura 4-2 Switch Cisco Catalys 2960-S.....	198
Figura 4-3 Proforma red activa empresa “SELECOMPU”	201
Figura 4-4 Proforma red activa empresa “Sistemas y servicios empresariales” ..	202
Figura 4-5 Proforma cableado estructurado empresa IPWAN.....	204
Figura 4-6 Proforma cableado estructurado empresa Andean Trade.....	205

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1-1 Velocidades transmisión 802.11a	17
Tabla 1-2 Velocidades de transmisión y tecnologías ^[L1]	20
Tabla 1-3 Guía y declaración del fabricante-inmunidad electromagnética-equipos de asistencia vital	41
Tabla 1-4 Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de radio frecuencia con el equipo médico de asistencia vital	42
Tabla 1-5 Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética - equipos que no son de asistencia vital	43
Tabla 1-6 Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de radio frecuencia con el equipo médico que no es de asistencia vital	44
Tabla 1-7 Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética- equipos de asistencia vital en zonas apantalladas	46
Tabla 1-8 Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética - equipos que no son de asistencia vital en zonas apantalladas	47

CAPÍTULO II

Tabla 2-1 Características 3COM SuperStack III Switch 3300 XM.....	57
Tabla 2-2 Características 3COM SuperStack III Switch 4200 y 4228G	57
Tabla 2-3 Características 3COM SuperStack III Switch 4400 SE	58
Tabla 2-4 Características 3COM SuperStack III Switch 4500.....	58
Tabla 2-5 Características 3COM SuperStack III Switch 5500-EI.....	59
Tabla 2-6 Características 3COM SuperStack III Switch 5500G.....	59
Tabla 2-7 Características 3COM Wireless LAN Controller WX5002.....	60
Tabla 2-8 Características 3COM Access Point 7760 11 A/B/G PoE AP	61
Tabla 2-9 Cantidad de equipos segmento administrativo	63
Tabla 2-10 Cantidad de equipos segmento médicos.....	65

Tabla 2-11 Cantidad de equipos segmento pacientes	67
Tabla 2-12 Cantidad de equipos segmento imagen	68
Tabla 2-13 Cantidad de equipos segmento servidores	70
Tabla 2-14 Redes captadas por el survey pasivo en el piso Subsuelo	84
Tabla 2-15 Redes captadas por el survey pasivo en el piso Planta Baja.....	86
Tabla 2-16 Redes captadas por el survey pasivo en el piso C1	88
Tabla 2-17 Redes captadas por el survey pasivo en el piso C2.....	90

CAPÍTULO III

Tabla 3-1 Tipos de materiales y su atenuación	108
Tabla 3-2 Comparación estándares 802.11	109
Tabla 3-3 Ancho de Banda por tipo de usuario	118
Tabla 3-4 Capacidad necesaria por área.....	120
Tabla 3-5 Número de Access Points por área	120
Tabla 3-6 Cumplimiento de requerimientos técnicos de Access Points	122
Tabla 3-7 Cumplimiento de requerimientos institucionales de Acces Points.....	122
Tabla 3-8 Declaración del fabricante sobre EMI de los equipos PHILIPS iE33 ...	145
Tabla 3-9 Distancias de separación recomendadas para transmisores de . frecuencias del equipo PHILIPS iE33.....	145
Tabla 3-10 Declaración del fabricante sobre EMI de los equipos General Electric . Revolution XRD.....	147
Tabla 3-11 Declaración del fabricante sobre EMC de los equipos General Electric . Light Speed VCT.....	149
Tabla 3-12 Declaración del fabricante sobre EMC de los equipos de rayos x con . generador MRC de Philips	152
Tabla 3-13 Declaración del fabricante sobre EMI del equipo Terason t3000.....	153
Tabla 3-14 Declaración del fabricante sobre EMI de los equipos Philips Intera ..	162
Tabla 3-15 Definición de segmentos y VLANs.....	177
Tabla 3-16 Cumplimiento de requerimientos para seleccionar el protocolo de . seguridad.....	179
Tabla 3-17 Numero de Access Points en la institución	180

CAPÍTULO IV

Tabla 4-1 Switch HP 4500G PWR	197
Tabla 4-2 Switch Cisco Catalys 2960-S.....	198
Tabla 4-3 Cumplimiento de requerimientos switches	199
Tabla 4-4 Access Points necesarios por Piso.....	200
Tabla 4-5 Switches necesarios para el proyecto	200
Tabla 4-6 Tabla final de costos de implementación	206

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	Comparación de tecnologías en 802.11 a	ii
ANEXO B	Declaración del fabricante para emisiones electromagnéticas.....	iii
ANEXO C	Declaración del fabricante para inmunidad electromagnética.....	iv
ANEXO D	Resultados de la encuesta a representantes o jefes de área de la . institución sobre los requerimientos de los usuarios	v
ANEXO E	Información de la tecnología ECL del manual del equipo Cobas 600 ..	ix
ANEXO F	Información sobre EMC de los equipos Philips Intera de 1.5 y 3 Teslas . del manual de Datos Técnicos	xiv
ANEXO G	Información sobre EMC de los equipos General Electric Revolution . XRD del manual de Publicaciones Técnicas.	xx
ANEXO H	Información sobre EMC de los equipos General Electric Light Speed . VCT del manual de Pre-instalación.	xxiii
ANEXO I	Información sobre EMC de los equipos Philips Integris V3000 del . manual de Pre-instalación.	xxviii
ANEXO J	Información sobre EMC de los equipos General Electric Voluson E8 de . su manual de servicio.....	xxix
ANEXO K	Información sobre EMC de los equipos General Electric Vivid 7 de su . manual de servicio	xxxi
ANEXO L	Información sobre EMC de los equipos Philips IE33 de su manual de . servicio	xxxiii
ANEXO M	Información sobre EMC de los equipos Terason t3000 de su Guía de . usuario	xxxvii
ANEXO N	Información sobre EMC del generador de rayos X modelo VZW2554 . que utilizan los equipos de rayos X BV-29 Philips	xl
ANEXO O	Configuración swicths	xliii

RESUMEN

Este proyecto de titulación tiene como objetivo realizar el diseño de una red inalámbrica en una institución de salud como lo es el Hospital Metropolitano de Quito, con el fin de respetar los estándares de seguridad para los equipos médicos eléctricos existentes en la misma. Para cumplir este objetivo se sigue el estándar IEC 60601-1-2 que trata sobre “Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial – Norma colateral: Compatibilidad electromagnética – Requisitos y ensayos”.

En el primer capítulo se realiza un estudio de los diferentes protocolos utilizados así como las tecnologías a utilizar en el proyecto. Se describe los estándares IEC 60601-1-2, 802.11 sobre redes inalámbricas y la tecnología inalámbrica WiFi; así como también de VLANs y sistemas de gestión.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de la red actual existente en la institución al momento de realizar el proyecto, tanto la estructura de la red cableada como de la red inalámbrica. También se analiza las diferentes áreas donde se encuentran los equipos médicos eléctricos y los requerimientos de la institución.

En el tercer capítulo se procede a realizar el diseño de la red inalámbrica siguiendo las recomendaciones del estándar y de los fabricantes de los diversos equipos. Además se hace las pruebas necesarias sobre su funcionamiento.

En el cuarto capítulo se realiza un análisis de costos para la posible implementación del proyecto así como las diferentes opciones tecnológicas disponibles en el mercado.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones sobre la realización del proyecto.

PRESENTACIÓN

El Hospital Metropolitano de Quito es una institución de salud que siempre busca estar con los niveles más altos de tecnología existentes, así como el brindar la mejor atención posible a sus pacientes. Por lo cual ve como una necesidad el brindar el servicio de Internet inalámbrico en todo el edificio de la institución, esto con el fin de ampliar sus servicios a los pacientes e implementar nuevas tecnologías.

En la actualidad las tecnologías inalámbricas están presentes con más frecuencia en la mayoría de equipos electrónicos; desde laptops, celulares, impresoras, etc. por lo que cada vez es más común que existan áreas con servicio WiFi en diversos sitios.

La mayor parte de instituciones de salud por su parte no brindan este servicio en la totalidad de sus instalaciones, motivo por el cual es muy extraño que se realice un estudio sobre las posibles consecuencias o requerimientos para la implementación de una red inalámbrica en áreas con equipos médicos eléctricos.

Diversas instituciones internacionales poseen sus estándares compatibilidad electromagnética de equipos médicos eléctricos y equipos inalámbricos de radio frecuencia. El estándar más utilizado por las empresas es el IEC 60601-1-2, por lo cual los manuales de uso de los equipos médicos eléctricos poseen la información correspondiente sobre su cumplimiento del mismo.

A la institución siempre le ha preocupado cumplir con los estándares internacionales sobre seguridad, por lo cual es una necesidad el realizar el estudio para la posible implementación de una red inalámbrica que no cause problemas en el funcionamiento de los equipos médicos eléctricos y que cubra todas las áreas del edificio con el servicio.

CAPÍTULO I

1 CONCEPTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años los avances tecnológicos en varios campos se han visto en la necesidad de utilizar varios tipos de tecnologías combinadas para su funcionamiento, lo que es muy beneficioso siempre y cuando se tomen las medidas respectivas para su correcto funcionamiento. En la actualidad varias organizaciones internacionales han creado normas para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de varias tecnologías que interactúan juntas.

Una de estas tecnologías que ha ganado mucho espacio en varios campos es WiFi ¹, la cual por su facilidad de uso brindada por las empresas desarrolladoras de estos productos, al igual que por su estandarización ofrece un amplio nivel de escalamiento tecnológico.

Entre las varias ventajas que WiFi actualmente ofrece, permite velocidades de conexión aptas para la navegación de Internet o incluso para poder realizar videoconferencias². Además WiFi brinda capacidades para la implementación de seguridades en varios niveles con respecto a la conexión entre equipos inalámbricos y garantizar la transferencia de datos.

Su mayor ventaja siempre ha sido la facilidad de movimiento para los equipos remotos, ya que no existen cables que presten restricción y no es necesario tener línea de vista directa en algunos casos para su funcionamiento. WiFi se basa en

¹ WiFi: Wireless Fidelity. Es el nombre comercial otorgado para las tecnologías 802.11

² Videoconferencias: Es el nombre que se le da a una comunicación bidireccional de audio y video.

los estándares otorgados por la IEEE ³ 802.11 que indican entre varias cosas los métodos de conexión, las velocidades, las frecuencias de operación, etc.

En relación con el campo de la salud han existido grandes avances en cuanto al desarrollo de los equipos médicos y su utilización en conjunto con diversas tecnologías en varios campos. Debido a esto la organización IEC ⁴ estandarizó los métodos para el correcto funcionamiento de redes inalámbricas y equipos médicos eléctricos mediante el estándar IEC 60601:1.

Este estándar da normas de seguridad y rendimiento para el caso de existir la interacción de una red inalámbrica con equipos médicos sensibles a radiofrecuencia de tal manera que no exista ningún tipo de problema en su correcto funcionamiento.

En la actualidad los equipos médicos por su avanzada tecnología utilizan varios tipos de radiofrecuencias para realizar varios trabajos así como los tomógrafos, rayos x, analizadores de muestras, ultrasonidos, etc. Esto es una gran ventaja en la detección y tratamiento de enfermedades pero siempre y cuando sean precisos, para lo cual deben cumplir con varios requerimientos específicos de seguridad en referencia a interferencia radioeléctrica y electromagnética.

Esta interferencia puede darse entre equipos médicos o por equipos inalámbricos de comunicación como lo son aquellos que utilizan WiFi. Por eso es necesario conocer sobre sus efectos si estas tecnologías llegan a interactuar juntas o en varios casos una cerca de otra.

³ IEEE: Son las siglas de Institute of Electrical and Electronics Engineers la cual es una organización dedicada a la estandarización.

⁴ IEC: Se refiere a las siglas de International Electro technical Commission que se encarga de estandarizar los diversos equipos electrónicos.

Dada la gran variedad de posibilidad de utilización de una red WiFi se pueden aplicar en la misma varias tecnologías. Entre estas se encuentra la posible implementación de VLANs ⁵ que da una gran flexibilidad en el uso de la red simulando la creación de varias redes inalámbricas separadas para diferentes usos.

1.2 TECNOLOGÍA WIFI Y ESTÁNDAR 802.11 ^{[F1][F2][P1][P2][L1][L2]}

1.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

En la década de los 90 comenzó una tendencia para el desarrollo de tecnologías de redes de área local inalámbricas, por lo cual la organización IEEE creó el grupo de trabajo 802.11 para la estandarización de esta tecnología. Su investigación se centró en las capas inferiores del modelo de referencia ISO/OSI⁶ para crear un protocolo en base a las capas física y de control de acceso al medio.

En 1997 fue aprobado el primer estándar de este grupo de trabajo con el mismo nombre de 802.11, el cual definió varios aspectos para la comunicación inalámbrica entre varios equipos que necesiten movilidad sin el requerimiento de cables. Entre los varios aspectos que normó este estándar se pueden mencionar los siguientes:

- Definir una MAC⁷ para el sistema, así como un método de señalización y procedimientos para el acceso asincrónico al mismo.

⁵ VLAN: Siglas de Virtual Local Area Network la cual es una tecnología para la creación de redes virtuales.

⁶ Modelo de referencia ISO/OSI: Modelo para la conectividad entre equipos que divide las diversas fases de conexión en 7 capas.

⁷ MAC: Medium Access Control. Se refiere al método de control de acceso para un dispositivo en un tiempo determinado.

- Procedimientos para la seguridad de los datos transmitidos en un medio inalámbrico.
- Definición de métodos de autenticación para dispositivos 802.11.
- Definir los aspectos de movilidad de los equipos dentro de estas áreas de conexión inalámbrica, así como los servicios a prestar de los mismos.

A pesar de la creación del estándar aún existían problemas en la interoperabilidad entre los equipos de varias empresas por lo cual en 1999 se inició la alianza WECA o Wireless Ethernet Compatibility Alliance cuyo propósito era garantizar la interoperabilidad entre los productos IEEE 802.11 de las diferentes empresas desarrolladoras.

Esta alianza creó un test para la interoperabilidad de los equipos al cual lo llamaron Wireless-Fidelity o más conocido por sus siglas como WiFi. Actualmente se considera a WiFi como un sinónimo de las tecnologías 802.11; así como su nombre comercial por razones de marketing, además la alianza tomó este nombre para su denominación.

Inicialmente el estándar 802.11 fue creado para operar en la banda de 2.4 GHz y con velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbps, e inicialmente define tres tipos de medios físicos para su mejor adaptación. Desde entonces este estándar ha tenido varias extensiones para su mejoramiento de las cuales se pueden mencionar:

- 802.11a velocidad hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.
- 802.11b velocidad hasta 11 Mbps en la banda de 2,4 GHz.
- 802.11g velocidad hasta 54 Mbps en la banda de 2,4 GHz compatible con 802.11b.
- 802.11n proporciona técnica de acceso MIMO⁸.

⁸ MIMO: Multiple Input Multiple Output. Brinda la capacidad de operación con varias antenas al mismo tiempo en transmisión.

En relación con el estándar IEEE 802.11 está compuesto por tres capas:

- Capa física (PHY⁹).
- Subcapa MAC 802.11.
- Componentes y tecnología.

Las capas mencionadas serán explicadas a continuación para su mejor comprensión.

1.2.2 CAPA FÍSICA ^[W1]

Con respecto a las redes inalámbricas, éstas pueden ser de dos tipos dependiendo del método de conexión entre los equipos. El primero hace referencia a un grupo de equipos que poseen conectividad a través de una infraestructura y segundo son aquellos que para la conectividad utilizan redes Ad Hoc, las cuales no poseen nodo central.

Para una red 802.11 un conjunto de servicios básicos o BSS se define como un grupo de estaciones que coordinan su acceso dentro de un área en la cual los equipos mantienen conectividad. En relación al BSS también se define el Área de Servicios Básicos o BSA como área de cobertura geográfica en la cual se encuentran los equipos.

Un punto a tomar en cuenta es que para las redes Ad Hoc que consisten en estaciones que se comunican punto a punto entre ellas y cada una está dentro del límite de acción del resto, generalmente por naturaleza temporal, la BSS se le conoce como BSS independiente o por sus siglas IBSS.

⁹ PHY: Se refiere a Physical o capa física

Todas estas BSS también pueden interconectarse entre ellas mediante un DS o sistema de distribución que sirve como enlace y forma una ESS o conjunto de servicios extendidos como se observa en la Figura 1-1. Para esta distribución cada BSS posee un punto de acceso o Access Point (AP) que permite el acceso al sistema de distribución. En estos casos también es posible que una BSS se solape con una IBSS.

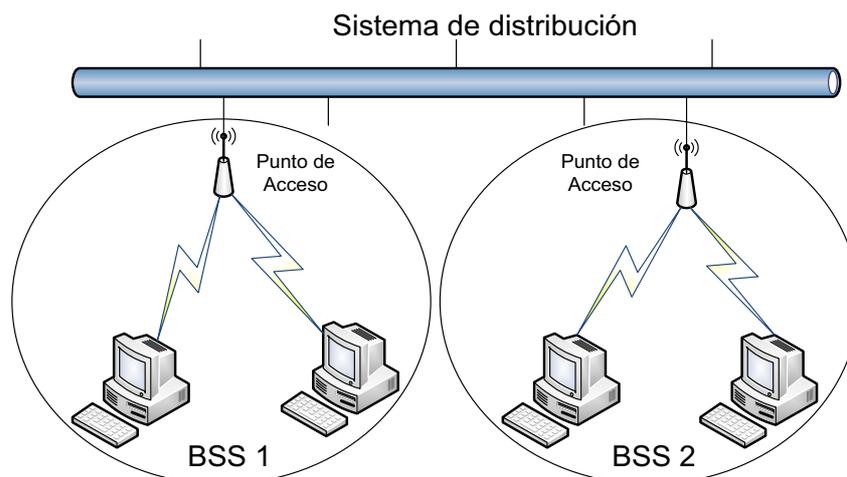


Figura 1-1 Conjunto de servicios extendido (ESS) ^[W1]

1.2.2.1 Servicios soportados en IEEE 802.11

El estándar 802.11 brinda varios tipos de servicios que pueden ser de dos tipos: servicios del sistema de distribución (DSS) y servicios de estación (SS). En relación a los servicios de distribución éstos son cinco, que deben de ser soportados por una DS, la cual no está especificada por el estándar. Estos servicios de distribución son utilizados por redes de infraestructura y no Ad Hoc, estos servicios son:

- **ASOCIACIÓN:** Se basa en el instante en el cual una estación ingresa al área de cobertura y la misma establece una asociación con el AP. En este instante que ingresa la estación elige una AP para la conexión y posteriormente comenzar con la transmisión de datos.

- REASOCIACIÓN: Este servicio permite a una estación que ya está asociado con un AP moverse a otro AP.
- DESASOCIACIÓN: Permite que una estación o un AP terminen la asociación que poseen o en caso de salir del área de cobertura sea finalizada.
- DISTRIBUCIÓN: En relación con este servicio se basa en la utilización del sistema de distribución para enrutar los datos por parte de una ESS. Este servicio es útil para la transmisión de datos en el caso que las estaciones o los AP no estén en el mismo BSS.
- INTEGRACIÓN: Permite intercambiar protocolos diferentes entre una red IEEE 802.11 y otra no IEEE 802.11.

Por último existen cuatro servicios más que pertenecen al grupo de servicios de estación que como su nombre lo indica deben de ser soportados por las estación a conectarse. Al contrario de los servicios de distribución los servicios de estación son utilizados para redes de tipo de infraestructura o Ad Hoc. Estos servicios son los siguientes:

- Autenticación.
- Desautenticación.
- Privacidad.
- Entrega de datos.

AUTENTICACIÓN: Este servicio tiene relación con el proceso de conexión ya que permite determinar y verificar la identidad de un equipo. Todo este proceso tiene su importancia debido a que solo aquellos usuarios autenticados están autorizados a utilizar los recursos de la red. El estándar 802.11 no determina un esquema de autenticación específico.

DESAUTENTICACIÓN: Al momento de que un equipo deja la red a la cual está asociado el servicio finaliza la relación de autenticación existente con el AP al cual se encontraba asociado.

PRIVACIDAD: La función de este servicio consiste en proteger el acceso a la información enviada hacia la red. Para conseguir esto se vale de procesos de encriptación y fue provisto en sus versiones iniciales por el protocolo WEP¹⁰.

ENTREGA DE DATOS: Este servicio se basa en la transmisión de datos o MSDU¹¹ y la responsabilidad de entrega al destinatario.

1.2.2.2 Arquitectura ^[P3]

Dentro de la arquitectura definida por el estándar IEEE 802.11 se define la existencia de una subcapa de administración de estación, la cual coordina las interacciones entre las capas física y MAC. Además el estándar define varias subcapas con funciones específicas tanto para la capa física así como la capa MAC como se observa en la Figura 1-2.



Figura 1-2 Arquitectura en capas IEEE 802.11 ^[F1]

¹⁰ WEP: Wired Equivalent Privacy. Protocolo de inscripción para simular la privacidad de un sistema cableado de transmisión de datos.

¹¹ MSDU: MAC Service Data Unit: Representa a la unidad de datos transmitida por el servicio MAC.

La capa física por su parte consta de tres subcapas a las cuales se les ha dado una determinada función. Estas capas son:

- PLCP (Physical Layer Convergence Procedure): En español es procedimiento de convergencia de la capa física y su función es la de transformar la PDU MAC a un formato adecuado para la transmisión y recepción.
- PMD (Physical Medium Dependent): La subcapa dependiente del medio físico especifica los procesos de codificación y modulación a emplearse sobre el medio para la transmisión.
- PLME (Physical Layer Management Entity): Como último la subcapa de administración a nivel físico realiza la selección del canal.

El estándar también define las subcapas de la capa MAC la cual posee únicamente dos y son las siguientes:

- Subcapa MAC: Su función es la de manejar los mecanismos de ensamblaje de tramas así como el control de acceso al medio.
- Subcapa de administración MAC: Esta capa es la responsable del roaming¹² en un ESS, así como de servicios como la administración de potencia, asociación, desasociación y reasociación.

1.2.2.3 IEEE 802.11

El primer estándar inicialmente definió tres técnicas para la transmisión de datos las cuales comprendían dos basadas en radiofrecuencia y una para usarse con infrared difusa. Todas estas trabajan en bandas de frecuencias dispuestas por organismos internacionales para operación sin licencia.

¹² Roaming: proceso en el cual se traslada una estación de un AP a otro sin perder la conectividad ya establecida.

1.2.2.3.1 Subcapa PMD

En esta subcapa se definen los diversos métodos de transmisión y recepción de datos así como varios parámetros asociados a la señal recibida así como el stream de datos. Estos métodos de transmisión se refieren a los tres ya mencionados anteriormente los cuales se explicarán a continuación.

1.2.2.3.1.1 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

El método Frequency Hopping Spread Spectrum o espectro ensanchado por salto de frecuencia tiene como finalidad combatir la interferencia y dispone de dos velocidades de 1 Mbps y 2 Mbps utilizando 2 y 4 niveles de GFSK¹³ respectivamente.

Para conseguir esto divide el ancho de banda en canales de 1 MHz, hecho esto la señal salta de un subcanal a otro transmitiendo en ráfagas por un tiempo al cual se le llama “tiempo de vida”.

Esta secuencia es pseudo aleatoria y debe de ser coordinada con el receptor para que siempre este atendiendo el canal por el que se transmite. En USA y Europa opera con 79 canales pero en Japón con 23. Estos saltos son dados por uno de estos 3 patrones de 26 saltos.

(0,3,6,9,12,15,18,21,24,27,30,33,36,39,42,45,48,51,54,57,60,63,66,69,72,75)

(1,4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34,37,40,43,46,49,52,55,58,61,64,67,70,73,76)

(2,5,8,11,14,17,20,23,26,29,32,35,38,41,42,47,50,53,56,59,62,65,68,71,74,77)

¹³ GFSK: (Gaussian Frequency Shift Keying): Tipo de modulación digital en la que un estado de la señal de datos corresponde a una frecuencia determinada de la señal modulada.

El proceso de selección del patrón es responsabilidad de la subcapa de administración física. Con este sistema múltiples BSS pueden coexistir en la misma área sin causarse interferencia mutua. Todo este proceso garantiza un alto nivel de seguridad debido a la gran cantidad de subcanales y para obtener información se debería de poner en escucha a todos los canales a la vez para saber cual transmite.

1.2.2.3.1.2 DSSS (*Direct Secuency Spread Spectrum*) ^[W2]

EL DSSS o espectro expandido por secuencia directa es la técnica más usada por su facilidad de poder transmitir a tasas más altas que FHSS.

Para esto la banda de 2,4 GHz es dividida en 11 canales espaciados 5 MHz entre ellos, los cuales para trabajar lo hacen solapados entre sí. Para una correcta operación en la transferencia de datos se permite un máximo de 3 APs ubicados en los canales 1,6 y 11 respectivamente para que no se causen interferencia mutua, de lo contrario podrían solaparse al punto de causar interferencia como se observa en la Figura 1-3.

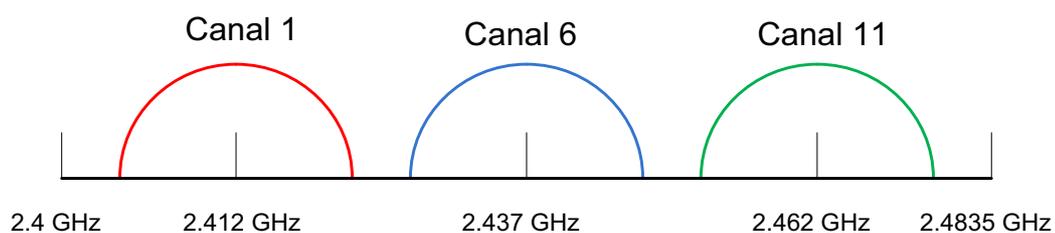


Figura 1-3 Canales no overlapping en DSS ^[W2]

Además para la transmisión utiliza una secuencia de Barker de 11 chips¹⁴ y modulación DbpsK¹⁵ para 1 Mbps o DQPSK¹⁶ para 2 Mbps, lo cual garantiza la transmisión de datos y al ser diferencial facilita la construcción del demodulador.

1L {+ - + + - + + + - - -}

0L {- + - - + - - - + + +}

Al realizar este proceso se tiene que la tasa de bits de código que es de 1 o 2 Mbps es mucho mayor que la tasa de bits de la señal que es de 11 Mchips/s.

1.2.2.3.1.3 DFIR (Infrarrojo Difuso)

Fue creada como opción para la transferencia de datos por medios infrarrojos. Para esto utiliza transmisión de pulsos de 250 ns y logra un alcance de hasta 20 metros. Utiliza dos técnicas de modulación 16-PPM para 1 Mbps y 4-PPM para 2 Mbps de velocidad. Trabaja en la banda de los 850 – 950 nm.

La gran desventaja de este método de transmisión es que al trabajar con luz para la transmisión de datos necesita de línea de vista.

1.2.2.3.2 Subcapa PLCP

Esta subcapa tiene como función definir un método para la encapsulación de las PDU MAC antes de ser enviado a la PDM. Las PDU MAC se dividen en tres campos principales:

¹⁴ Chip: símbolo enviado en una secuencia y utilizado en la codificación.

¹⁵ DbpsK: (Diferential Binary Phase Shift Keying): En esta modulación es la fase de la portadora la que cambia en lugar de la amplitud, al ser Binary posee dos estados.

¹⁶ DQPSK: (Diferential Quadrature Phase Shift Keying): Similar a DbpsK pero posee cuatro estados.

- Preámbulo: Brinda la sincronización e indica el inicio de la trama.
- Cabecera PLCP: Este campo da información acerca de la velocidad, CRC, etc.
- PDU-PLCP: Son los datos a transmitir.

El estándar define un tipo diferente de estructura según el tipo de capa física seleccionada para la transmisión de datos como se observa en la Figura 1-4. Un dato a tomar en cuenta es que siempre el preámbulo y la cabecera se transmiten a 1 Mbps sin importar el método seleccionado en la capa física.

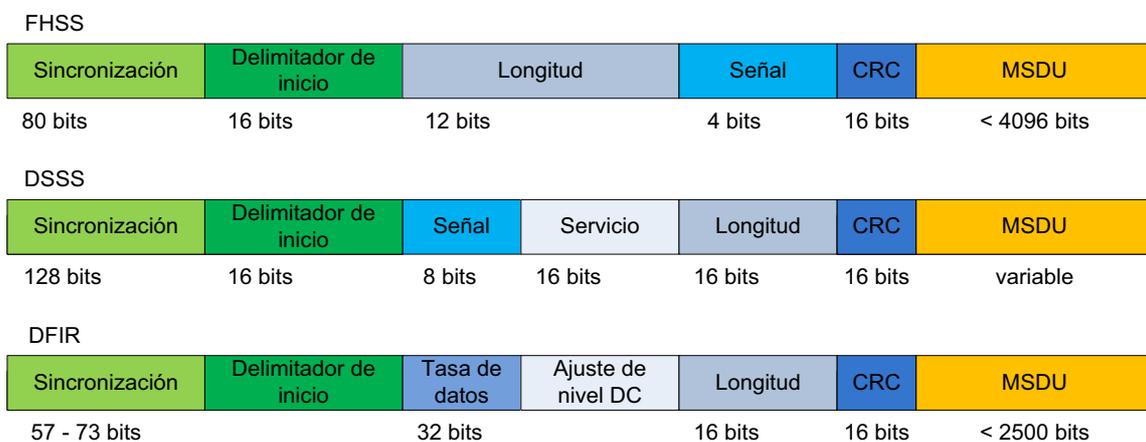


Figura 1-4 Formatos de trama subcapa PLCP ^[F1]

De los campos se puede mencionar que el preámbulo es una secuencia de 80 bits 1L y 0L de los cuales se extrae la señal de reloj de la portadora los bits para la sincronización. En el caso del delimitador de inicio de trama es un patrón específico de 16 bits (0000110010111101).

1.2.2.4 IEEE 802.11b

Este estándar fue propuesto con el fin de ser una extensión del estándar IEEE 802.11 por parte de Lucent y Harris Semiconductors. Esta extensión introducía un nuevo método de codificación de los datos llamado CCK (Complementary Code Keying) para sustituir al código Barker y así conseguir velocidades de hasta 11 Mbps.

En principio la denominación Wi-Fi se utilizó para determinar los equipos con tecnología 802.11b que podían interactuar con equipos de otros fabricantes. Para evitar confusiones en relación a la compatibilidad de los equipos se decidió extender la definición de Wi-Fi para todos los equipos que funcionen con cualquier estándar 802.11.

1.2.2.4.1 Modulación

Al ser el estándar 802.11b una extensión del ya existente, llega a tener tres tipos de modulación para otorgar diferentes tipos de velocidad que son:

- BPSK (Binary Phase Shift Keying).
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).
- CCK (Complementary Code Keying).

Con estas opciones de codificación el estándar proporciona las antiguas velocidades de transmisión y agrega las nuevas de alta velocidad. Esto es posible debido a que la subcapa PLCP es la misma que la del estándar 802.11 utilizando el esquema DSSS. El rango de velocidades que se pueden lograr con este estándar son de 1, 2, 5.5, y 12 Mbps.

En relación con la tasa de transferencia de chips se mantiene en los 11 MHz por lo que ocupa el mismo ancho de banda en la transmisión. La diferencia radica en el método de modulación por lo que de igual manera se mantienen los rangos de frecuencia entre los 2.4-2.438 GHz además de los números de canales utilizados que son de 11 para Estados Unidos y de 14 para Japón.

En estos casos se puede observar que de igual manera se mantienen los conjuntos de canales no overlapping manteniendo las mismas ventajas que el estándar 802.11.

1.2.2.4.2 Esquema de modulación CCK (Complementary Code Keying)

La modulación CCK es utilizada con el fin de aumentar la velocidad de transmisión de los 2 Mbps hasta los 5.5 y 11 Mbps, lo cual lo consigue manteniendo el uso de la modulación QPSK y la tasa de transferencia de chips de 11 MHz en la transmisión.

Como primer paso aumenta la velocidad de reloj de 1 MHz a 1.375 MHz para obtener las nuevas velocidades. Además en lugar de 11 chips para la palabra código se utilizan 8 chips que definen 256 palabras código a 11 Mbps y 16 palabras código a 5.5 Mbps.

Para el caso de la velocidad de 5.5 Mbps se utilizan 4 bits de información por palabra código de los cuales se utilizan 2 para seleccionar uno de los 4 subcódigos, mientras que los otros 2 son para seleccionar 1 de las 4 fases de DQPSK. Al utilizar 4 bits de información y utilizar el reloj de 1.375 MHz se consigue la velocidad de 5.5 Mbps ($4 \times 1.375 = 5.5$).

En el segundo para la velocidad de 11 Mbps llegan a utilizar 8 bits de información por palabra código de los cuales se toman 6 de estos bits para seleccionar uno de los 64 subcódigos y los otros 2 bits restantes se utilizan para seleccionar una de las 4 fases de DQPSK. En este caso al utilizar 8 bits de información se duplica la velocidad del caso anterior ($8 \times 1.375 = 11$).

La gran desventaja de estas altas velocidades es que solo pueden operar a rangos cortos de distancia, mientras que las más bajas poseen un mayor alcance en cuanto a la distancia operativa como se observa en la Figura 1-5.

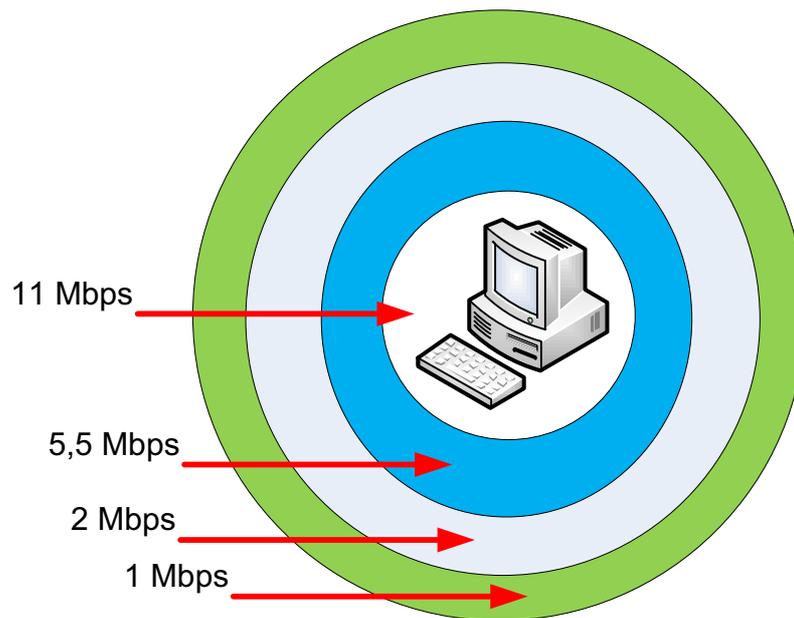


Figura 1-5 Cobertura de un Access Point en 802.11b ^[F1]

1.2.2.4.3 Subcapa física PLCP

Como esta subcapa es la misma que en el estándar 802.11 define los mismos campos para la encapsulación de los datos dando dos formatos para la encapsulación uno corto y otro largo que tienen relación con el preámbulo.

La mayor diferencia entre estos formatos es el tamaño en bits del preámbulo y la velocidad de transmisión de la cabecera PLCP, lo que reduce el tiempo de transferencia como se observa en la Figura 1-6.

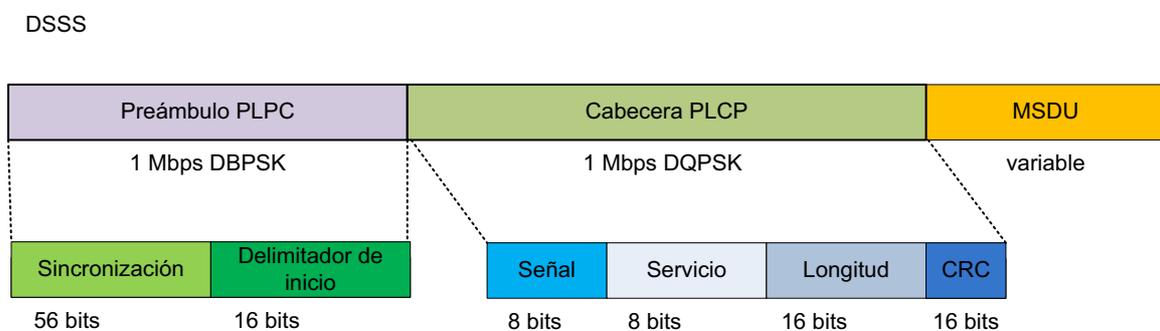


Figura 1-6 Formato trama PLCP 802.11b ^[L1]

1.2.2.5 IEEE 802.11a

A diferencia de los estándares anteriores, éste estándar trabaja en la banda de frecuencia de los 5 GHz, la cual es designada también como U-NII¹⁷. Como técnica de modulación para el sistema utiliza OFDM¹⁸. El estándar utiliza varias técnicas de modulación como: BPSK, QPSK y QAM¹⁹ para conseguir tasas de transmisión entre los 6 a 54 Mbps; como se puede observar en la Tabla 1-1 o con mayor detalle en el ANEXO A.

Velocidad de datos	Modulación
6 Mbps	BPSK
9 Mbps	BPSK
12 Mbps	QPSK
18 Mbps	QPSK
24 Mbps	16 – QAM
36 Mbps	16 – QAM
48 Mbps	64 –QAM
54 Mbps	64 – QAM

Tabla 1-1 Velocidades transmisión 802.11a

En relación con la subcapa PLCP este estándar tiene su propia definición para el formato de encapsulación de los datos en tres campos principales que son el preámbulo, cabecera y datos. La cabecera es transmitida a una velocidad de 6 Mbps mientras que los datos tienen velocidad variable. En la cabecera existen los campos referentes a determinar la tasa de transmisión, longitud, paridad y servicio, este formato de la trama se puede observar en la Figura 1-7.

¹⁷ U-NII: Unlicensed National Information Infrastructure: Designación internacional que define un rango de frecuencia en el cual se puede operar sin ningún permiso específico.

¹⁸ OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing: Metodo de modulación que utiliza un canal de banda ancha dividido en subportadoras que transmiten en paralelo.

¹⁹ QAM: Quadrature Amplitude Modulation: Es un método en el cual la señal es modulada en amplitud como en fase, desfasando 90° la fase y la amplitud.

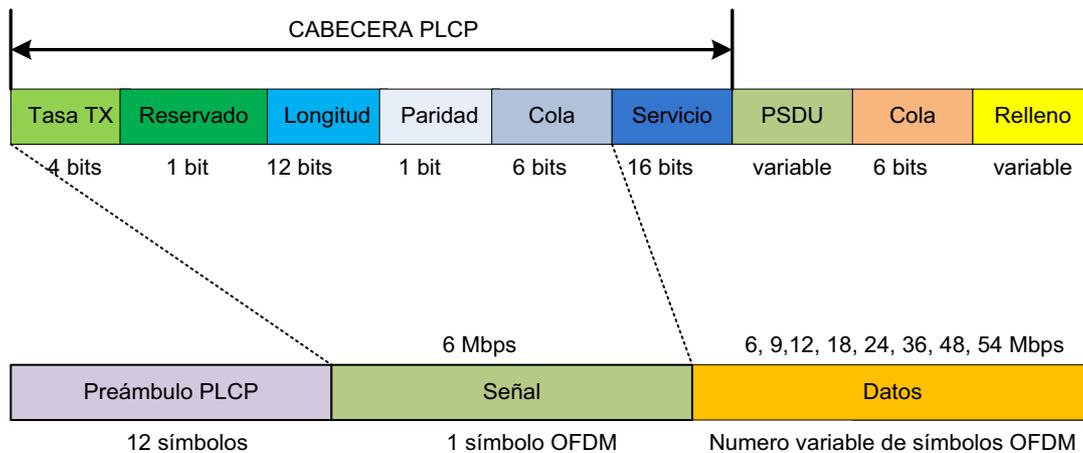


Figura 1-7 Formato trama PLCP 802.11a ^{[F1][L2]}

1.2.2.5.1 Modulación OFDM

Es una tecnología que se basa en la división del ancho de banda y conseguir que en lugar de tener una sola portadora de un gran ancho de banda transmitiendo a una alta velocidad se tenga varias portadoras de un menor ancho de banda transmitiendo a bajas velocidades transmitiendo en paralelo.

Para el estándar 802.11a los canales de transmisión poseen un ancho de banda de 20 MHz los cuales se dividen en 52 sub portadoras con un espaciamiento de 0.135 MHz para optimizar el rendimiento. En total OFDM da 64 sub portadoras, pero de estas 12 no son utilizadas, 4 son pilotos para sincronización y las restantes 48 son de datos.

Al utilizar canales de 20 MHz se pueden tener hasta 8 canales sin que se causen interferencia mutua funcionando cada uno a una velocidad de 54 Mbps en una misma área geográfica. Igual que en el estándar 802.11b la máxima velocidad se consigue en distancias no muy lejanas del AP y va disminuyendo según la estación se va alejando en los rangos existentes hasta llegar a la mínima velocidad determinada que llega a ser de 6 Mbps luego de lo cual se pierde conexión.

1.2.2.6 IEEE 802.11g

Este estándar se publicó en 2003 ofreciendo una velocidad máxima de 54 Mbps similar al estándar 802.11a, pero en este caso se utiliza el mismo espectro que 802.11 que es la banda de los 2,4 GHz de tipo U-NII. Esto le permite ser compatible hacia atrás con el estándar 802.11b además de mantener una interoperabilidad existente entre las varias velocidades facilitando la actualización.

Como técnica de modulación utiliza OFDM como 802.11a por lo que también llega a soportar velocidades de 6 a 54 Mbps utilizando varios tipos de modulación como BPSK, QPSK y QAM.

Este estándar se convierte en otra extensión a los estándares 802.11 y 802.11b con los que son compatibles pero no lo es con el estándar 802.11a por trabajar en una frecuencia diferente a pesar de utilizar los mismos métodos de modulación y velocidades. Por tener varios métodos de modulación posee una gran variedad de velocidades y sistemas de modulación como se observa en la Tabla 1-2.

Velocidad de datos (Mbps)	Sistema de modulación
1	DSSS
2	DSSS
5.5	CCK o PBCC ²⁰
6	OFDM
9	OFDM
11	CCK o PBCC
12	OFDM
18	OFDM
22	PBCC

²⁰ PBCC (Código de paquete binario convolucional): Proporciona una transmisión más eficiente, se incorporó a 802.11b por su necesidad de mayores velocidades de datos para futuras mejoras de la norma.^[L1]

Velocidad de datos (Mbps)	Sistema de modulación
24	OFDM
33	PBCC
36	OFDM
48	OFDM
54	OFDM

Tabla 1-2 Velocidades de transmisión y tecnologías ^[1]

Para la encapsulación de los datos el estándar 802.11g define tres partes el preámbulo, la cabecera y los datos como se observa en la Figura 1-8. En el preámbulo se envía la información de sincronización y los delimitadores de inicio. La cabecera envía la señalización, la longitud, el tipo de servicio, y el CRC. Tanto el preámbulo como la cabecera son enviados a 1Mbps modulados con DBPSK, mientras que los datos son enviados a las diferentes velocidades permitidas con sus respectivos métodos de modulación.

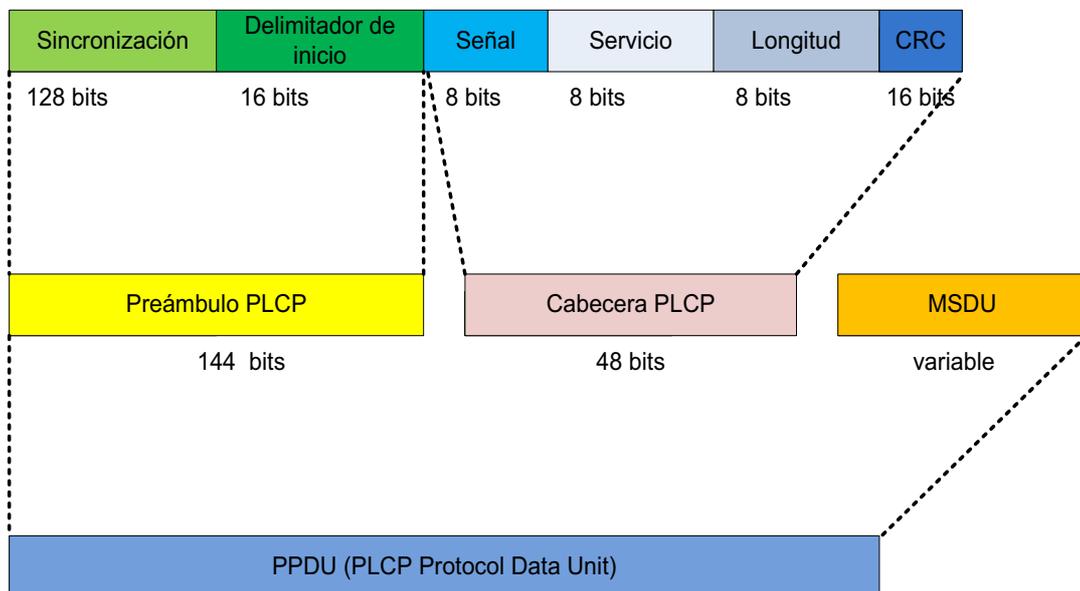


Figura 1-8 Formato trama PLCP en 802.11g ^[1]

1.2.2.7 IEEE 802.11n ^{[P2][W3]}

Con el fin de obtener una mejora en los estándares ya existentes, la IEEE creó el grupo de trabajo 802.11Tn para el desarrollo de un nuevo estándar que sea 10 veces más rápido que 802.11a y 802.11g.

El estándar fue ratificado en septiembre del 2009, tiene provisto alcanzar velocidades de 54 a 600 Mbps, los equipos actualmente a la venta soportan velocidades de hasta 450 Mbps en la banda de 5GHz. El resultado de este grupo de trabajo es el estándar 802.11n el cual utiliza los estándares 802.11 anteriores añadiendo técnicas MIMO²¹ (Múltiple-Input Múltiple-Output) y manteniendo la utilización de OFDM en la modulación.

La técnica MIMO se basa en la utilización de múltiples antenas de transmisión y recepción, capaces de operar simultáneamente, lo cual incrementa el rendimiento en la transmisión de datos. Además en la recepción se puede emplear para combatir la propagación multi-camino.

Otra tecnología añadida a este estándar es el Channel Bonding que también es llamada 40 MHz ya que puede utilizar dos canales separados que no se han solapado para transmitir simultáneamente. Al duplicar el ancho de banda de transmisión se duplica la velocidad de transmisión existente en un solo canal.

La mayor ventaja de este nuevo estándar radica en que es compatible hacia atrás con los estándares 802.11g y 802.11a ya que también funciona en las bandas de 2.4 y 5 GHz, en la banda de 2.4 GHz trabaja con 2 canales y en la banda de 5 GHz con 13 canales.

²¹ MIMO: Método basado en el uso de varias vías de acceso y varias de salida al mismo tiempo.

En relación con la alianza Wi-Fi poseen una certificación sobre este estándar para los productos que lleva de nombre “Wi-Fi CERTIFIED n”, estos productos ya se encuentran a la venta en varias marcas como Cisco, Marvell, Atheros, etc ^[W4].

1.2.3 SUBCAPA MAC 802.11

La subcapa MAC realiza varios tipos de funciones para lo cual posee ciertos tipos de servicios relacionados. Además es la encargada de la designación del canal y el tipo de acceso al medio.

1.2.3.1 Funcionalidades de la Subcapa MAC

La subcapa MAC determina varios tipos servicios relacionados a la transmisión, seguridad, administración y privacidad para a la transferencia de datos.

1.2.3.1.1 *Entrega de datos*

Este servicio tiene como funcionalidad el intercambio de paquetes MSDU entre entidades LLC utilizando para ello la capa inferior PHY. El servicio que presta no es orientado a conexión y el transporte de las MSDU es de tipo asincrónico y basado en el mejor esfuerzo.

A pesar de lo explicado se puede utilizar un identificador de tráfico para especificar diferentes servicios, otro servicio que se puede utilizar es QoS²² que permite realizar un transporte orientado a conexión.

²² QoS: Quality of Service: Siglas que representan a Calidad de Servicio que otorga privilegios en la transmisión de datos.

1.2.3.1.2 Servicios de seguridad

Estos servicios se basan en la autenticación que pueden ser por el mecanismo TKIP²³. La seguridad se encuentra limitada al intercambio de estación a estación brindando la protección de las MSDU. Actualmente la implementación de cualquiera de estos dos mecanismos es de tipo transparente. Los servicios proporcionados por TKIP y CCMP²⁴ son los siguientes:

- Confidencialidad de datos.
- Autenticación.
- Control de acceso.

1.2.3.1.3 Ordenamiento MSDU

El ordenamiento de MSDU da la facilidad de ordenar nuevamente los paquetes en caso que estos arriban en diferente orden. En el caso de que las estaciones no soporten este reordenamiento se debe buscar un ordenamiento estricto. Los efectos del reordenamiento para un grupo de MSDUs recibidos es el siguiente:

- Un cambio en el orden deliberado del broadcast²⁵ y multicast²⁶ con relación a los unicast²⁷.
- El reordenamiento con diferente TID²⁸.
- El reordenamiento del broadcast y multicast con el mismo TID pero diferente clase de servicio.

²³ TKIP: Temporal Key Integrity Protocol: Mecanismo para el cifrado de datos mediante el cambio de claves.

²⁴ CCMP: Protocolo de encriptación que emplea AES y esta presente en WPA2.

²⁵ Broadcast: Modo de propagación de datos en el cual estos se envían a todos los equipos disponibles.

²⁶ Multicast: Modo de propagación en el cual los datos se envían únicamente a un grupo estaciones determinadas.

²⁷ Unicast: Envío de datos a un único equipo específico.

²⁸ TID: Identificador de tráfico: Sirve para dar una prioridad al tráfico cuando se utiliza QoS.

1.2.3.1.4 Formato de la trama MSDU

En relación al estándar se definen tres tipos de tramas dependiendo de la función que se realiza:

- Control.
- Datos.
- Gestión.

El formato para la encapsulación de las tramas es el mismo en cualquiera de los tres tipos ya mencionados. En este formato en la cabecera se envía información de control de trama, duración, direccionamiento y control de secuencia como se observa en la Figura 1-9.

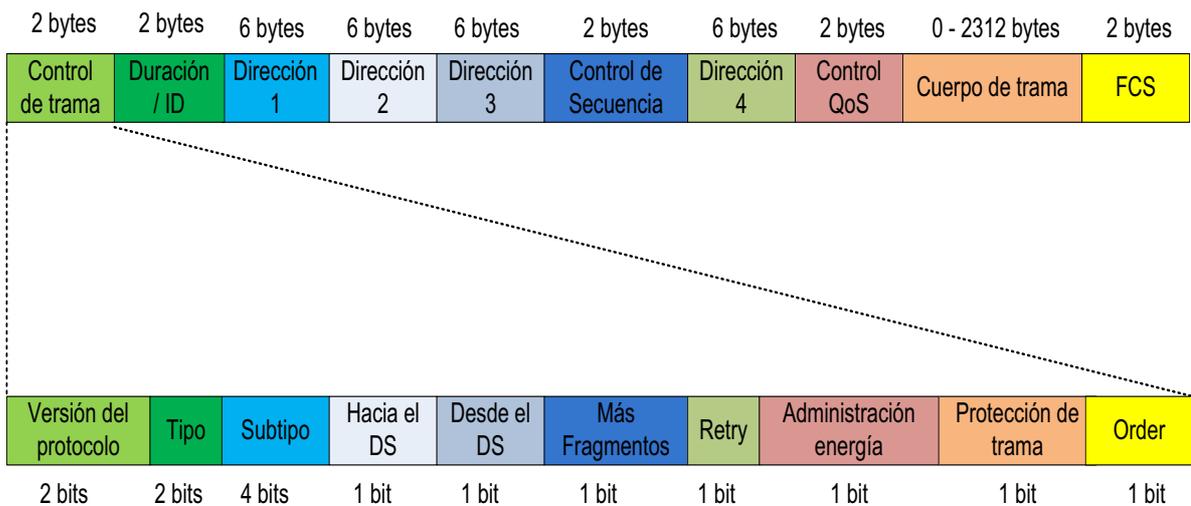


Figura 1-9 Formato de trama Subcapa MAC ^[P1]

1.2.3.1.5 Arquitectura del servicio de entrega de datos MAC

Se refiere a todo el proceso involucrado con el transporte de una MSDU. Este servicio muestra los procesos que se deben seguir al enviar y recibir una MSDU.

Entre estos servicios están: entrega de trama durante modo de ahorro de energía, asignación de número de secuencia, fragmentación, encriptación, protección de integridad y formato de trama.

1.2.3.2 Transferencia de datos

El estándar IEEE 802.11 soporta dos tipos de transferencia de datos que se basan en el mecanismo de transmisión que puede ser sincrónico o asincrónico:

- Transferencia de datos asíncronos: también se lo conoce como DCF (Distributed Coordination Function) y utiliza algoritmos de contención, este medio es obligatorio en la transmisión.
- Transferencia de datos síncronos: también llamado PCF (Point Coordination Function) es un algoritmo centralizado con el fin de no utilizar contención y su uso es opcional.
- Función de coordinación híbrida (HCF): permite que se combinen funciones de DCF y PCF.

Para la transferencia de datos se definen espacios Intertrama (IFS Espacio entre tramas), los cuales representan el intervalo de tiempo entre transmisión de tramas como se observa en la Figura 1-10. Existen 4 tipos de IFS:

- SIFS (Short IFS): Separa transmisiones de un mismo diálogo y su tiempo es de 10 us según el estándar 802.11b.
- PIFS (Point Coordination IFS): Utilizado para dar prioridad de acceso al punto coordinador, solo una PC puede acceder al canal entre SIFS y DIFS, según el estándar IEEE 802.11b su valor es de 30 us. Es equivalente también a:

$$\text{PIFS} = \text{SIFS} + \text{tiempo de slot}$$

- DIFS (Distributed IFS): Es utilizado por las estaciones que esperan acceder al canal. Su valor es:

$$\text{DIFS} = \text{PIFS} + \text{tiempo de slot}$$

- EIFS: (Extended IFS): Es utilizado por una estación para notificar a la MAC que una transmisión no es correcta.

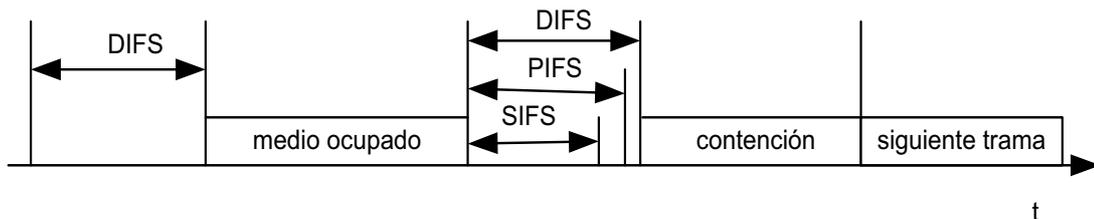


Figura 1-10 Tiempos IFS ^[F1]

1.2.3.2.1 Función de coordinación distribuida DCF

DCF es el método de acceso fundamental para la MAC en 802.11, está basado en el mecanismo CSMA/CA (Detección de portadora por acceso múltiple) el cual consiste en que si una estación posee datos para transmitir debe pelear para acceder al canal y así cada vez que tenga nuevamente datos para hacerlo. Este método se utiliza en todas las estaciones en cualquier tipo de configuración.

La función de DCF es la de reducir la probabilidad de colisiones entre varias estaciones que intentan comunicarse al mismo tiempo, utiliza CSMA/CA, aquí el transmisor censa el canal y si en un tiempo de DIFS segundos lo ve desocupado empieza a transmitir los datos. Por su parte el receptor si recibió correctamente la información retorna un ACK²⁹ después de SIFS segundos.

²⁹ ACK: mensaje que se envía para confirmar la recepción de un mensaje o paquetes de mensajes.

En relación con el resto de dispositivos esperan por un tiempo determinado para censar el canal nuevamente, si el medio continúa ocupado la estación deberá esperar que termine la transmisión que se está efectuando por un tiempo aleatorio. El proceso de este método de acceso se muestra en la Figura 1-11.

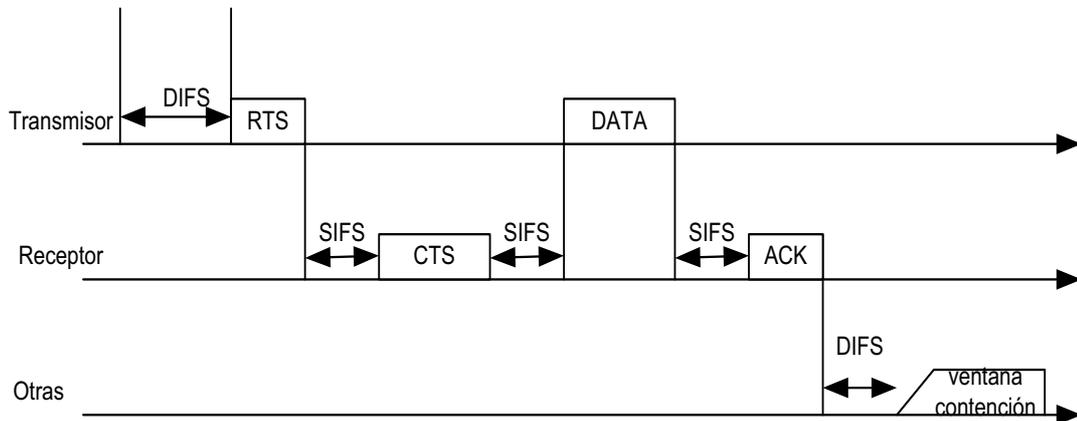


Figura 1-11 Protocolo CSMA / CA ^[F1]

Este método posee una serie de inconvenientes en un entorno inalámbrico debido a su mecanismo de acceso. El principal de estos problemas es el de "Nodos Ocultos" en el cual una estación está fuera del alcance de una que está transmitiendo y la primera llega a pensar que el canal está desocupado empezando a transmitir y causando colisiones como se observa en la Figura 1-12.

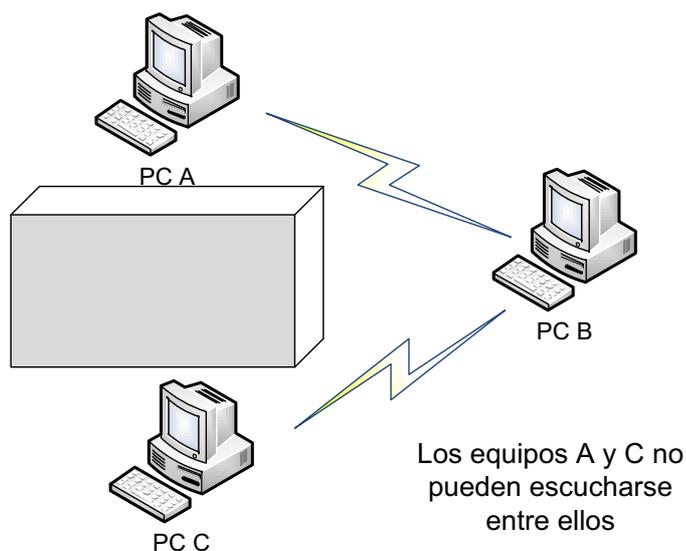


Figura 1-12 Terminales ocultos

La solución para este problema es la utilización de Handshaking, el cual se basa en un sistema de pregunta entre estaciones y APs. Con este sistema la estación antes de comenzar con la transmisión de datos envía una trama RTS (Request To Send) con la cual se hace una petición de envío de datos. Si el receptor está libre devuelve una trama CTS (Clear To Send) indicando que en realidad el canal está libre y puede comenzar con la transmisión.

En el caso de que una estación se encuentre escuchando el medio y se encuentra ocupado o se detecta que existen colisiones en el canal, se realiza el procedimiento de Backoff el cual calcula un intervalo de tiempo de espera para volver a censar el canal. Este algoritmo determina el tiempo de espera generando un número aleatorio de slots de tiempo.

El valor de este número para la primera vez que se ingresa es de cero pero a partir de aquí crece exponencialmente cada vez que se intenta reingresar a la red. Este proceso se realiza hasta que la estación pueda transmitir, al final de la transmisión la estación espera un ACK y se realiza nuevamente el proceso de Backoff.

1.2.3.2.2 Función de coordinación puntual PCF

Este tipo de método de acceso puede ser utilizado únicamente en redes de configuración de infraestructura y es utilizado cuando se tiene servicios que requieren QoS.

Se utiliza un método de control de acceso centralizado en el cual un punto de coordinación (PC) es el que realiza un sondeo (polling) en busca de estaciones que quieran transmitir. Las estaciones que utilizan este mecanismo se las conoce como libres de contención y pueden requerir coordinación adicional que no se especifica en este estándar.

Al utilizar PCF el tiempo en el medio se divide en dos, uno es el CP (Periodo de contención) en el cual si se accede se controla según las reglas de DCF, el otro es CFP (Periodo libre de contención). Estos periodos se transmiten en intervalos regulares, y el periodo de contención debe de ser lo suficientemente grande como para poder transmitir el tamaño máximo de la trama y su ACK.

En relación al CFP utiliza tiempos SIFS para separar las transmisiones por ser los de menor duración, esto debido a que al ser el CFP un periodo libre de contención.

En el caso de otras estaciones esperan un tiempo NAV³⁰ el cual es enviado al principio del CFP por una trama de guía (beacon). Otro punto a tomar en cuenta es que la lista de sondeo es estática. Todo este proceso de acceso mencionado se observa en la Figura 1-13.

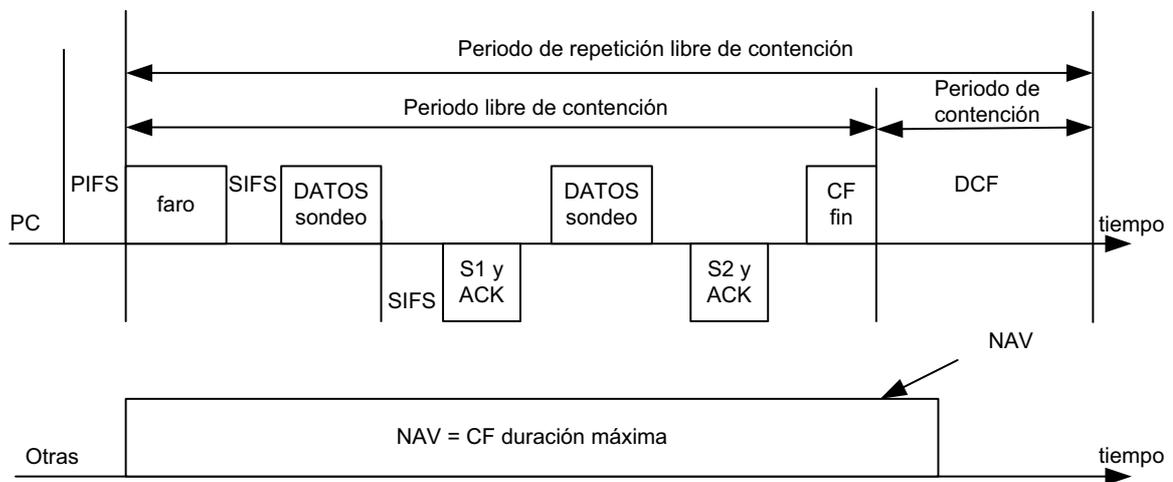


Figura 1-13 Coexistencia entre PCF y DCF ^[F1]

³⁰ NAV: Network Allocation Vector: Almacena la duración de la trama que actualmente está ocupando el canal.

1.2.3.2.3 Función de coordinación híbrida HCF

Para dar el servicio de QoS el estándar incluye una función llamada HCF, la cual se puede utilizar únicamente en redes configuradas con QoS. La utilización de DCF y PCF ha sido mejorada de tal manera que se permita un uniforme envío de tramas QoS durante CP y CFP.

Al utilizar a CP y CFP para la transmisión HCF utiliza dos mecanismos de contención, para el CP utiliza el mecanismo EDCA (Canal de acceso distribuido mejorado), el cual se utiliza en la transferencia realizada en un medio basado en contención y para controlar el canal de acceso. En su lugar para CFP se utiliza el mecanismo HCCA (Canal de acceso controlado HCF) que fue creado para transferencia en un medio libre de contención.

1.2.4 **SEGURIDAD**

Para que un sistema inalámbrico pueda considerarse como seguro debe cumplir con 4 aspectos básicos los cuales son:

- Autenticación: verificar la identidad del usuario y de la red.
- Confidencialidad: únicamente los usuarios autorizados podrán leer la información.
- Integridad: los datos no deben ser alterados.
- Disponibilidad: confiabilidad del sistema para permanecer activo frente a los ataques y su capacidad de recuperarse.

Entre las medidas de seguridad el método de filtrado es un mecanismo básico de seguridad y lo que hace es determinar que equipos están autorizados para tener acceso al sistema.

1.2.4.1 Filtrado SSID³¹

Este es el método de filtrado más sencillo y se lo utiliza como un control básico de acceso, en el cual se configura en el Access Point y si una estación desea tener acceso debe de conocer el identificador.

1.2.4.2 Filtrado MAC

En este tipo de filtrado se utiliza la dirección MAC del equipo que desea tener acceso ya que este es único para cada tarjeta inalámbrica. Estas direcciones MAC se almacenan en el Access Point autorizándoles o negándoles el acceso según la configuración realizada.

El problema existente con este sistema es que con un sniffer³² se puede obtener estas direcciones de otras maquinas autorizadas y luego duplicarles con programas de manera sencilla en otros equipos.

1.2.4.3 Filtrado por protocolos

Para este tipo de filtro el proceso se realiza mediante un control de los paquetes enviados de tal manera que solo cierto tipo de protocolos puedan ser bloqueados o permitidos en la red como HTTP, HTTPS, FTP, SMTP.

1.2.4.4 Estándares de seguridad

1.2.4.4.1 WEP (Privacidad equivalente a cableado)

En vista de la necesidad de un estándar de seguridad para el acceso de una red inalámbrica la organización IEEE incluye en 1997 el protocolo de seguridad WEP (Protocolo equivalente para cableado).

³¹ SSID (Identificador de servicios) : Identificador de red inalámbrica similar al nombre de red pero en WiFi.

³² Sniffer: Programa informático utilizado para capturar paquetes en una red.

Este protocolo provee autenticación, confidencialidad e integridad mediante el uso de una clave estática; la misma que es conocida por todos los equipos que desean tener acceso a la red. A partir de esta clave se generan 4 llaves de 40 y 104 bits, dependiendo si se van a utilizar llaves de 64 o 128 bits para la encriptación, por último se selecciona una de ellas para la encriptación WEP.

La mayor ventaja de este protocolo es su facilidad de implementación ya que no requiere de ningún equipo especializado y es compatible con casi todas las redes inalámbricas. Actualmente no es muy utilizado ya que la clave puede ser fácilmente obtenida con programas que están disponibles en el INTERNET.

1.2.4.4.2 802.1x

Este es un protocolo definido por la IEEE para el control de acceso y autenticación en una arquitectura cliente – servidor. Este protocolo se basa en EAP (Protocolo de autenticación extensible) el cual es un método para la encapsulación de las tramas.

Para la autenticación este protocolo utiliza el servicio RADIUS (servicio de usuario para autenticación remota por acceso telefónico) que contiene la información para la autorización, además utiliza un equipo autenticador el cual recibe la conexión del cliente y funciona como intermediario como se observa en la Figura 1-14.

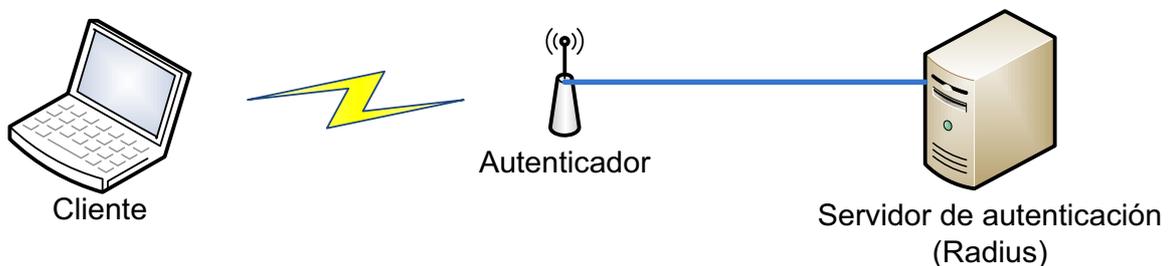


Figura 1-14 Método de autenticación 802.1x

Los diversos tipos de autenticación a utilizar dependen de cada fabricante o infraestructura entre los cuales se tiene los siguientes: MD5, Token Card, LEAP, TLS, TTLS, EAP-TTLS y EAP-TLS.

1.2.4.4.3 WPA (Wi-Fi Protected Access)

Debido a las debilidades en seguridad presentadas por WEP aparece WPA (Acceso protegido Wi-Fi) el cual permite seguir utilizando WEP como esquema básico de seguridad.

WPA para la autenticación utiliza 802.1x y EAP, además para mejorar la seguridad utiliza un protocolo para cifrado llamado TKIP (Protocolo de integridad de llave temporal) el cual cambia la clave compartida cada cierto tiempo. TKIP mejora la seguridad ampliando la clave de 40 a 128bits generándola de forma dinámica para cada paquete y sesión, de tal manera que ya no es una sola clave la que se maneja durante toda la sesión.

Debido al nuevo sistema de clave dinámica, este protocolo se vuelve más robusto frente a ataques e intentos de acceso no autorizado ya que no maneja una única clave existente sino que cambia en cada instante. Además este sistema es igual de sencillo de implementar que WEP por lo que es una opción muy utilizada.

1.3 ESTÁNDAR 60601:1 ^[P4]

En el año de 1976 el comité 62A de la IEC realiza la primera publicación del estándar IEC/TR 60513 referente a “los aspectos básicos de la filosofía de seguridad de equipos eléctricos utilizados en la práctica médica” lo que dio las bases para la creación de los estándares:

- IEC 60601-1 para equipos médicos eléctricos.
- IEC 60601-1-XX para estándares colaterales referentes a equipos médicos eléctricos.
- IEC 60601-2-XX que define estándares particulares para equipos médicos eléctricos específicos.
- IEC 60601-3-XX define estándares referentes al rendimiento para equipos médicos eléctricos específicos.

Para el año de 1977 este estándar fue aprobado por varios comités y se ha convertido en una referencia por varios años, a tal punto que en 1988 se realizó una segunda edición del mismo, la cual tuvo dos correcciones en 1991 y 1995. En 1994 se realizó la creación de la serie IEC 60601-1-XX y la serie IEC 60601-2-XX.

El estándar inicialmente fue creado con la intención de separar las normas de seguridad y rendimiento pero se pudo observar que fue una mala decisión debido a la complejidad de acatar las diferentes normas por lo que en algunas normas de las series IEC 60601-2-XX poseen varios requisitos de rendimiento.

En relación con la parte IEC 60601-1 fue relacionada con “Requerimientos básicos de seguridad y un esencial rendimiento” en relación con los equipos médicos eléctricos sirviendo principalmente como una base para los estándares particulares. Además posee una serie de estándares colaterales referentes a grupos específicos de equipos o una característica específica del estándar.

Esta norma contiene varios requisitos para un nivel de seguridad básica y rendimiento apropiado para los equipos médicos eléctricos. Para el caso de ciertos equipos médicos la norma ha sido modificada o completada dependiendo de las necesidades de los mismos en los estándares colaterales, pero estos nunca deben de ser utilizados solos.

Además de los estándares propios de las series IEC 60601-1-XX también se pueden utilizar varios estándares de otras organizaciones en conjunto, debido a que fue un punto en las correcciones realizadas. Entre estos estándares se encuentran varios de la IEC o de la OSI³³.

1.4 ESTÁNDAR IEC 60601-1-2 ^{[P5][W5]}

En la actualidad se ha visto la necesidad de aplicar estándares de compatibilidad electromagnética (EMC) para equipos médicos eléctricos, en especial para cubrir varios aspectos como los siguientes:

- Protección de equipos médicos eléctricos.
- Protección de equipos no médicos como computadores.
- Protección de las telecomunicaciones como radio, televisión, Wireless, etc.

Con respecto a IEC 60601-1 cubre diversos aspectos en cuanto a los diversos tipos de fenómenos electromagnéticos con sus diferentes grados de severidad que interactúan sobre los equipos médicos. El objetivo de este estándar es buscar la compatibilidad electromagnética entre los equipos médicos y otros equipos no médicos.

Un aspecto a tomar en cuenta es que no son solo necesarias normas para una compatibilidad electromagnética, sino también pruebas que se puedan realizar para comprobar que exista.

Como resultado de estas necesidades se creó el estándar colateral 60601-1-2 con el nombre de “REQUERIMIENTOS GENERALES PARA SEGURIDAD BASICA Y RENDIMIENTO ESENCIAL” en relación con los equipos médicos eléctricos.

³³ ISO: Siglas de “Organización internacional de estándares” el cual es un organismo encargado de promover normativas internacionales desde su fundación en 1947.

El objetivo general es el especificar los requerimientos y pruebas para obtener una compatibilidad electromagnética entre los equipos médicos eléctricos y los sistemas existentes que no son equipos médicos eléctricos.

1.4.1 REQUISITOS GENERALES

Para los equipos médicos eléctricos el estándar especifica que no deben emitir perturbaciones electromagnéticas que puedan interferir con otros sistemas que utilizan radio frecuencia.

Además indica que los sistemas médicos eléctricos deben de tener una adecuada inmunidad, de tal manera que puedan ofrecer un correcto funcionamiento y seguridad básica en presencia de perturbaciones electromagnéticas.

En relación a los equipos que no son médicos eléctricos y que constan como una parte de los sistemas médicos eléctricos se encuentran exentos de los requisitos de ensayo, siempre y cuando cumplan con las normas internacionales de compatibilidad electromagnética, determinando que no afectan el funcionamiento o seguridad básica de los equipos médicos eléctricos.

El estándar ofrece un procedimiento para la determinación de si el equipo que no es médico eléctrico está exento de los requisitos de compatibilidad electromagnética de esta norma, este procedimiento se explica a continuación en la Figura 1-15.

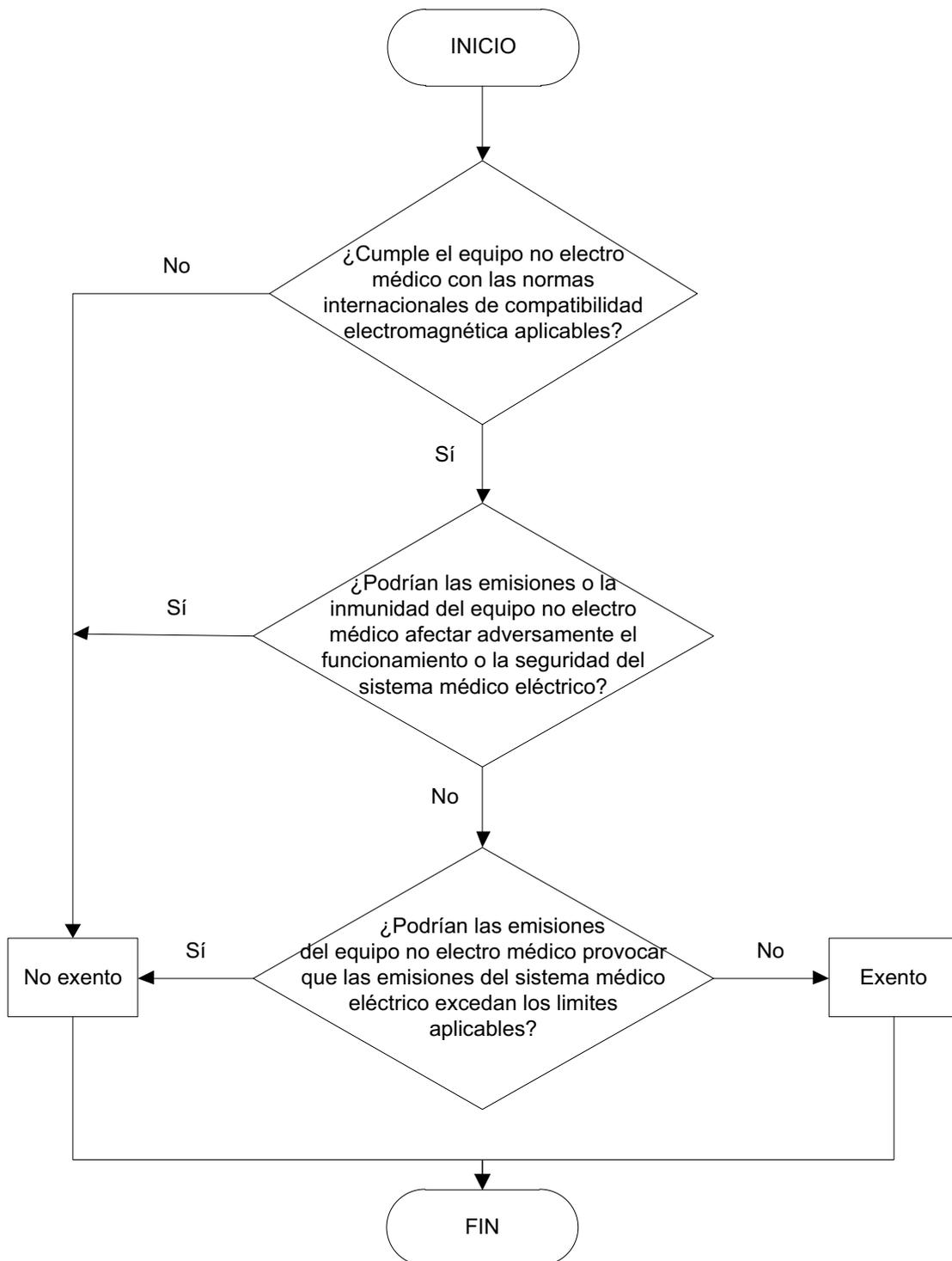


Figura 1-15 Procedimiento para la determinación si un equipo no electro médico está exento de los requisitos de ensayo de compatibilidad electromagnética

1.4.2 IDENTIFICACIÓN

Para la demarcación de los equipos se utilizan dos tipos de marcadores especificados en las normas IEC. El primero de ellos especifica a los equipos médicos eléctricos que incluyen transmisores de radio frecuencia o aplican energía electromagnética para diagnóstico o tratamiento y está especificado en la norma IEC 60417-5140(2003-04). Este identificador se observa en la Figura 1-16.



Figura 1-16 Marcador equipo médico eléctrico que incluye transmisores de Radio Frecuencia

El segundo marcador se refiere a la identificación de los equipos médicos eléctricos para los que se utiliza la excepción de ensayo del conector, el cual está especificado en la norma IEC 60417-5134 (2004-04) y debe colocarse junto a cada conector, el marcador se observa en la Figura 1-17.



Figura 1-17 Marcador equipo médico eléctrico que utiliza la excepción de ensayo de conector

1.4.3 DOCUMENTACIÓN

1.4.3.1 Instrucciones de uso

Entre las instrucciones de uso que deben poseer los equipos médicos eléctricos debe constar varios documentos, requisitos y especificaciones de los mismos, con el fin de tener la información necesaria de los mismos. Los requisitos son los siguientes:

- Declaración de que el equipo necesita precauciones de seguridad para la compatibilidad electromagnética y que equipos portátiles de radio frecuencia pueden afectarlos.
- En el caso de usar la excepción de ensayar los conectores deben estar identificados con el gráfico especificado en la norma IEC 60417-5134 (2004-04), una advertencia de no tocar los pines de los conectores y una especificación de los procedimientos de precaución.
- Si los equipos médicos eléctricos cuyo fabricante especifica un valor mínimo de señal fisiológica del paciente se debe especificar la mínima amplitud de señal y advertir que una señal menor puede causar datos imprecisos.

1.4.3.2 Descripción Técnica

Para todos los equipos médicos eléctricos en los documentos de acompañamiento se deben de tener los siguientes datos sobre su descripción.

- Información de los cables como longitudes máximas, su tipo y especificación si aplica.
- Una advertencia sobre los cables y accesorios no especificados que pueden causar aumento o disminución de las emisiones o la inmunidad.
- Presentar una tabla guía y de declaración del fabricante sobre las emisiones electromagnéticas. Véase ANEXO B.
- Tener una advertencia de que no debería estar adyacente o apilado con otro equipo, pero de ser necesario hacerlo si se debería verificar su funcionamiento
- Presentar una tabla guía y de declaración del fabricante sobre la inmunidad electromagnética si aplica. Véase ANEXO C.

En relación a los equipos médicos eléctricos diferentes de los especificados para su uso en zonas apantalladas los documentos de acompañamientos deben de presentar la siguiente información:

- En caso de ser equipos de asistencia vital³⁴ se deben de utilizar las tablas de “Guía y declaración del fabricante para inmunidad electromagnética” y “Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de Radio Frecuencia y el equipo médico eléctrico” para equipos de asistencia vital como se observa en Tabla 1-3 y Tabla1-4.
- Si el equipo médico eléctrico no es de uso de asistencia vital, se utilizan sus tablas equivalentes para este tipo como se observa en Tabla 1-5 y Tabla 1-6.
- “[equipo médico eléctrico]” debe de ser remplazado por el modelo o referencia de tipo de equipo médico eléctrico.
- Para la tercera columna de la Tabla 1-3 y de la Tabla 1-5, debe constar el valor de nivel de conformidad remplazando los valores en V_1 , V_2 y E_1 . Los valores de V_1 y V_2 representan los obtenidos por el ensayo de la norma IEC 61000-4-6, estos valores están en voltios. El valor de E_1 es obtenido por el ensayo de la norma IEC 61000-4-3 y está en voltios/metro.

³⁴ Equipos de asistencia vital: Son aquellos cuya operación continua es necesaria para mantener la vida de un paciente.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
El [equipo médico eléctrico] está previsto para el uso en un entorno electromagnético especificado abajo. El cliente o el usuario del [equipo médico eléctrico] se deberían asegurar que se use en dicho entorno.			
Ensayo de inmunidad	Nivel de ensayo de la norma IEC 60601	Nivel de conformidad	Entorno electromagnético guía
RF conducida IEC 61000-4-6	3 Vrms 150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas de ICM ³⁵	[V ₁] V	Los equipos móviles y portátiles de comunicaciones de Radio Frecuencia no se deberían usar más cerca de cualquier parte del equipo médico eléctrico. Distancia de separación recomendada $d = \left[\frac{3,5}{V_1} \right] \sqrt{P}$ $d = \left[\frac{12}{V_2} \right] \sqrt{P}$ $d = \left[\frac{12}{E_1} \right] \sqrt{P}$ 80 MHz a 800 MHz $d = \left[\frac{23}{E_1} \right] \sqrt{P}$ 800 MHz a 2,5 GHz donde P es la potencia máxima en vatios (w) y d es la distancia de separación recomendada en metros (m). La interferencia puede ocurrir en la vecindad del equipo con el símbolo: 
RF radiada IEC 61000-4-3	10 V/m 80 MHz a 2,5 GHz	[E ₁] V/m	
NOTA 1 A 80 MHz y 800 MHz, se aplica el rango de frecuencia más alto. NOTA 2 Estas directrices no se pueden aplicar en todas las situaciones. La propagación electromagnética se ve afectada por la reflexión y absorción.			

Tabla 1-3 Guía y declaración del fabricante-inmunidad electromagnética-equipos de asistencia vital ^[P5]

³⁵ Las bandas **ICM** o industrial, científica y médica que se encuentran entre 150 KHz y 80 MHz son: 6,765 MHz; 6,795 MHz; 13,553 MHz; 13,567 MHz; 26,957 MHz; 27,283 MHz; 40,66 MHz y 40,70 MHz.

Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de radio frecuencia con el equipo médico eléctrico				
El [equipo médico eléctrico] está previsto para el uso en un entorno electromagnético en el que se controlan las perturbaciones radiadas de RF. El cliente o el usuario del [equipo médico eléctrico] puede ayudar a prevenir la interferencia electromagnética manteniendo una distancia mínima entre el equipo portátil y móvil de comunicaciones de RF (transmisores) y el [equipo médico eléctrico] según se recomienda debajo, conforme a la máxima potencia de salida del equipo de comunicaciones.				
Máxima potencia de salida asignada del transmisor W	Distancia de separación conforme a la frecuencia del transmisor m			
	150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas ICM	150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas ICM	80 MHz a 800 MHz	800 MHz a 2,5 GHz
	$d = \left[\frac{3,5}{V_1} \right] \sqrt{P}$	$d = \left[\frac{12}{V_2} \right] \sqrt{P}$	$d = \left[\frac{12}{E_1} \right] \sqrt{P}$	$d = \left[\frac{23}{E_1} \right] \sqrt{P}$
0,01				
0,1				
1				
10				
100				
Para los transmisores asignados con una potencia máxima de salida no listados arriba, la distancia de separación recomendada se puede determinar usando la ecuación aplicable a la frecuencia del transmisor.				
NOTA 1 A 80 MHz y 800 MHz, se aplica la distancia de separación para el rango de frecuencia más alto.				
NOTA 2 Se usa un factor adicional de 10/3 en el cálculo de la distancia de separación recomendada para los transmisores en las bandas de frecuencia ICM entre 150 kHz y 80 MHz y en el rango de frecuencia de 80 MHz a 2,5 GHz, para disminuir la probabilidad de que un equipo de comunicaciones móvil/portátil pudiera causar interferencias, si se introduce en áreas de paciente inadvertidamente.				

Tabla 1-4 Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de radio frecuencia con el equipo médico de asistencia vital ^[P5]

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
El [equipo médico eléctrico] está previsto para el uso en un entorno electromagnético especificado abajo. El cliente o el usuario del [equipo médico eléctrico] se deberían asegurar que se use en dicho entorno.			
Ensayo de inmunidad	Nivel de ensayo de la norma IEC 60601	Nivel de conformidad	Entorno electromagnético guía
RF conducida IEC 61000-4-6	3 Vrms 150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas de ICM	[V ₁] V	Los equipos móviles y portátiles de comunicaciones de Radio Frecuencia no se deberían usar más cerca de cualquier parte del equipo médico eléctrico. Distancia de separación recomendada $d = \left[\frac{3,5}{V_1} \right] \sqrt{P}$ $d = \left[\frac{3,5}{E_1} \right] \sqrt{P}$ 80 MHz a 800 MHz $d = \left[\frac{7}{E_1} \right] \sqrt{P}$ 800 MHz a 2,5 GHz donde P es la potencia máxima en vatios (w) y d es la distancia de separación recomendada en metros (m). La interferencia puede ocurrir en la vecindad del equipo con el símbolo: 
RF radiada IEC 61000-4-3	3 V/m 80 MHz a 2,5 GHz	[E ₁] V/m	
NOTA 1 A 80 MHz y 800 MHz, se aplica el rango de frecuencia más alto. NOTA 2 Estas directrices no se pueden aplicar en todas las situaciones. La propagación electromagnética se ve afectada por la reflexión y absorción.			

Tabla 1-5 Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética- equipos que no son de asistencia vital ^[P5]

Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de radio frecuencia con el equipo médico eléctrico			
El [equipo médico eléctrico] está previsto para el uso en un entorno electromagnético en el que se controlan las perturbaciones radiadas de RF. El cliente o el usuario del [equipo médico eléctrico] puede ayudar a prevenir la interferencia electromagnética manteniendo una distancia mínima entre el equipo portátil y móvil de comunicaciones de RF (transmisores) y el [equipo médico eléctrico] según se recomienda debajo, conforme a la máxima potencia de salida del equipo de comunicaciones.			
Máxima potencia de salida asignada del transmisor W	Distancia de separación conforme a la frecuencia del transmisor m		
	150 kHz a 80 MHz $d = \left[\frac{3,5}{V_1} \right] \sqrt{P}$	80 MHz a 800 MHz $d = \left[\frac{3,5}{E_1} \right] \sqrt{P}$	800 MHz a 2,5 GHz $d = \left[\frac{7}{E_1} \right] \sqrt{P}$
0,01			
0,1			
1			
10			
100			
<p>Para los transmisores asignados con una potencia máxima de salida no listados arriba, la distancia de separación recomendada d en metros (m) se puede determinar usando la ecuación aplicable a la frecuencia del transmisor, donde P es la máxima potencia de salida asignada en vatios (W) conforme al fabricante del transmisor.</p> <p>NOTA 1 A 80 MHz y 800 MHz, se aplica la distancia de separación para el rango de frecuencia más alto.</p> <p>NOTA 2 Estas directrices no se pueden aplicar en todas las situaciones. La propagación electromagnética se ve afectada por la absorción y reflexión desde estructuras, objetos y personas.</p>			

Tabla 1-6 Distancias de separación recomendadas entre los equipos portátiles y móviles de comunicaciones de radio frecuencia con el equipo médico que no es de asistencia vital ^[P5]

Para equipos especificados para su uso únicamente en localizaciones apantalladas se debe incluir la siguiente información en los documentos de acompañamiento:

- Una advertencia de que el equipo médico eléctrico debe ubicarse específicamente en localizaciones apantalladas.
- Información sobre el uso de perturbación de radiación electromagnética o la tensión de perturbación en los terminales de red permitidos como la efectividad del apantallamiento de radio frecuencia y valores específicos, del filtro de atenuación.
- Listas de información sobre las características de otros equipos médicos eléctricos permitidos y equipos prohibidos para su utilización en zonas apantalladas que se encuentren en el área.
- En el caso de que los equipos médicos eléctricos posean transmisores de radio frecuencia se debe utilizar la tabla “Guía y declaración del fabricante sobre inmunidad electromagnética”. En el caso de ser un equipo médico eléctrico de asistencia vital se debe de utilizar la Tabla 1-7 o de no serlo se deberá de utilizar la Tabla 1-8.
- Si existieran equipos médicos eléctricos que aplican energía de radio frecuencia de modo intencionado para diagnóstico o tratamiento se debe incluir una guía para evitar, identificar y resolver los posibles efectos adversos sobre otros equipos médicos eléctricos.
- Para aquellos equipos que reciben energía de radio frecuencia intencionalmente para realizar el diagnóstico o tratamiento se debe incluir una advertencia de que puede ser interferido por otro equipo.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
El [equipo médico eléctrico] está previsto para el uso en un entorno electromagnético especificado abajo. El cliente o el usuario del [equipo médico eléctrico] se deberían asegurar que se use en dicho entorno.			
Ensayo de inmunidad	Nivel de ensayo de la norma IEC 60601	Nivel de conformidad	Entorno electromagnético guía
RF conducida IEC 61000-4-6	3 Vrms 150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas de ICM 10 Vrms 150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas de ICM		El [equipo médico eléctrico] sólo se debe usar en una localización apantallada con una efectividad de apantallamiento mínima de Radio Frecuencia y, para cada cable que entra en la localización apantallada, una atenuación mínima del filtro de Radio Frecuencia. La interferencia puede ocurrir en la vecindad del equipo con el símbolo:
RF radiada IEC 61000-4-3	10 V/m 80 MHz a 2,5 GHz		
<p>NOTA 1 Es necesario verificar que la efectividad del apantallamiento y la atenuación del filtro se verifiquen para que cumplan la especificación mínima.</p> <p>NOTA 2 Estas directrices no se pueden aplicar en todas las situaciones. La propagación electromagnética se ve afectada por la reflexión y absorción.</p>			

Tabla 1-7 Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética- equipos de asistencia vital en zonas apantalladas ^[P5]

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
El [equipo médico eléctrico] está previsto para el uso en un entorno electromagnético especificado abajo. El cliente o el usuario del [equipo médico eléctrico] se deberían asegurar que se use en dicho entorno.			
Ensayo de inmunidad	Nivel de ensayo de la norma IEC 60601	Nivel de conformidad	Entorno electromagnético guía
RF conducida IEC 61000-4-6	3 Vrms 150 kHz a 80 MHz fuera de las bandas de ICM		El [equipo médico eléctrico] sólo se debe usar en una localización apantallada con una efectividad de apantallamiento mínima de Radio Frecuencia y, para cada cable que entra en la localización apantallada, una atenuación mínima del filtro de Radio Frecuencia.
RF radiada IEC 61000-4-3	3 V/m 80 MHz a 2,5 GHz		La interferencia puede ocurrir en la vecindad del equipo con el símbolo: 
<p>NOTA 1 Es necesario verificar que la efectividad del apantallamiento y la atenuación del filtro se verifiquen para que cumplan la especificación mínima.</p> <p>NOTA 2 Estas directrices no se pueden aplicar en todas las situaciones. La propagación electromagnética se ve afectada por la reflexión y absorción.</p>			

Tabla 1-8 Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética- equipos que no son de asistencia vital en zonas apantalladas ^[P5]

1.4.4 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Con respecto a la compatibilidad electromagnética se revisará dos aspectos, el primero es el análisis de las emisiones de los equipos y el segundo se refiere a la inmunidad que deben tener los equipos.

1.4.4.1 Emisiones

1.4.4.1.1 *Protección de los Servicios de Radio*

En relación a las emisiones se pide como requisito que los equipos médicos eléctricos se deben clasificar como Grupo 1 o Grupo 2 y en Clase A o Clase B conforme a lo dispuesto por la norma CISPR ³⁶11.

Conforme a la norma CISPR 11:2003 en su apartado 4.1: Separación de grupos, para su determinación del grupo al que pertenece un equipo eléctrico que use radio frecuencia se siguen los siguientes aspectos.

- El grupo 1 posee todos los equipos ICM, los cuales tienen una generación intencionada o utilizan radio frecuencia acoplada conductivamente para el funcionamiento interno del equipo.
- El grupo 2 posee todos los equipos ICM los cuales generan energía de radio frecuencia intencionalmente, o se usa en forma de radiación electromagnética para el tratamiento de materiales y en máquinas de descarga eléctrica o soldadura de arco.
- Equipos de erosión por chispa.

³⁶ CISPR son las siglas del comité internacional especial sobre radio interferencia especial sobre radio interferencia

Conforme a la norma CISPR 11:2003 en su apartado 4.2: Separación de clases, la determinación de la misma se realizará de la siguiente manera:

- Los equipos de Clase A son aquellos para su uso en cualquier establecimiento diferente a los domésticos y aquellos conectados a la red pública de baja tensión.
- Los equipos de Clase B son aquellos para su uso en cualquier establecimiento incluyendo a los domésticos y aquellos conectados a la red pública de baja tensión.

Para realizar los ensayos también se utiliza los proporcionados en la norma CISPR 11 especificados en los siguientes puntos:

- Cuando se evalúan dos equipos médicos eléctricos que interactúan entre sí para formar un sistema se puede utilizar un tercer equipo médico eléctrico para simular el sistema total.
- En el caso de que existan sistema médicos eléctricos grandes, instalados permanentemente, contruidos de modo que el funcionamiento simulado no es viable pueden ser ensayados en otra institución responsable con los límites en las perturbaciones electromagnéticas especificadas.

1.4.4.2 Inmunidad

1.4.4.2.1 Generalidades

En relación a la inmunidad debe ser especificada correctamente mediante documentos sobre cada ensayo realizado por el fabricante. Estos ensayos deben realizarse en el modo que se considera más crítico desde una perspectiva del paciente variando la configuración.

Para los equipos que no son médicos eléctricos y que forman parte del sistema se encuentran exentos de las pruebas pero se pide que cumplan con normas de inmunidad internacionales y que no afecten a otros equipos médicos eléctricos.

Si se requieren señales fisiológicas de los pacientes para verificación se debe tomar en cuenta que ésta no posea una conexión a tierra. De no existir un paciente se lo puede simular utilizando el software del equipo si lo permite.

En el caso de existir equipos médicos eléctricos que incluyan equipos de radio a los cuales se les ha ensayado la inmunidad y cumplan con las regulaciones nacionales e internacionales de radio, estos equipos quedan exentos de los ensayos.

Bajo condiciones específicas de las pruebas se debe cumplir con un criterio de conformidad, de tal manera que se proporcione un funcionamiento esencial y seguridad básica. Por lo cual no se debe de permitir:

- Fallos de componentes, falsas alarmas.
- Cambios de parámetros programables o en el modo de funcionamiento.
- Inicialización a ajustes por defecto de fábrica.
- Interrupción en el funcionamiento normal del equipo.
- Comienzo no previsto en su funcionamiento.
- Error en el valor numérico de los resultados.
- Fallo en un equipo médico eléctrico automático.

1.4.4.2.2 Campos electromagnéticos radiados de Radio Frecuencia

Para realizar las pruebas con los equipos se pide los siguientes requisitos:

- Los equipos médicos eléctricos que no son de asistencia vital, excepto los que están en la banda de exclusión³⁷, deben de cumplir con los criterios de conformidad con un nivel de ensayo de inmunidad de 3 V/m para frecuencias de 80 MHz a 2,5GHz.
- Los equipos médicos eléctricos que son de asistencia vital excepto los que están en la banda de exclusión, de igual manera deben de cumplir con los criterios de conformidad explicados en el apartado 1.4.4.2.1 con un nivel de inmunidad de 10 V/m sobre una frecuencia de 80 MHz a 2,5GHz.
- Los equipos que son especificados para su uso exclusivo en zonas apantalladas excepto los que están en la banda de exclusión, pueden cumplir con los criterios de conformidad explicados en el apartado 1.4.4.2.1 siempre que la especificación de apantallamiento satisfaga los requisitos del apartado 1.4.3.2 para equipos de uso exclusivo en zonas apantalladas.
- Los equipos que incluyen receptores de energía electromagnética de Radio Frecuencia y están en la banda de exclusión están exentos de cumplir con los requisitos del apartado 1.4.4.2.1, pero aquellos equipos que se encuentren fuera de la banda de exclusión se debe de realizar los procesos del estándar.

Para la realización de las pruebas de funcionamiento se aplican los métodos de ensayo de la norma IEC 61000- 4-3 con algunas variaciones como se explica a continuación:

- La frecuencia de ensayo se barre desde 80 MHz a 2,5 GHz.
- Los pasos de calibración del campo uniforme no deben ser mayores del 1% de la frecuencia fundamental.

³⁷ Banda de exclusión: Banda de frecuencia para un receptor intencionado de energía electromagnética de RF que se extiende desde -5% a +5% de la frecuencia, o banda de frecuencia, de recepción para frecuencias de recepción iguales o superiores a 80 MHz y desde -10% a +10% de la frecuencia, o banda de frecuencia, de recepción para frecuencias de recepción menores de 80 MHz

- El tamaño del paso de frecuencia no debe exceder 1% de la fundamental.
- Para equipos con sistemas de recepción de radio frecuencia se deben sintonizar para la frecuencia de recepción preferente.

1.5 TECNOLOGÍAS APLICABLES AL PROYECTO ^[L3]

1.5.1 VIRTUAL LOCAL AREA NETWORKS VLAN ^{[F3][W6]}

Una Virtual Local Area Network o por sus siglas en ingles VLAN es una subred de tipo lógica la cual posee su propio segmento y puede coexistir con otras VLANs en una misma red conmutada. Esto permite tener varias subredes aplicadas en una misma red ya existente sin necesidad de diseñar una nueva red independiente por cada nueva subred.

La utilización de las VLANs se puede ver en áreas en las cuales por varias razones se necesitan de diversos segmentos en una misma área física y no se desea gastar en equipos para cada segmento. En este caso las VLANs permiten utilizar una misma infraestructura para varios segmentos diferentes y con equipos de capa 3 pueden comunicar los diferentes segmentos sin la necesidad de un Router como se observa en la Figura 1-18.

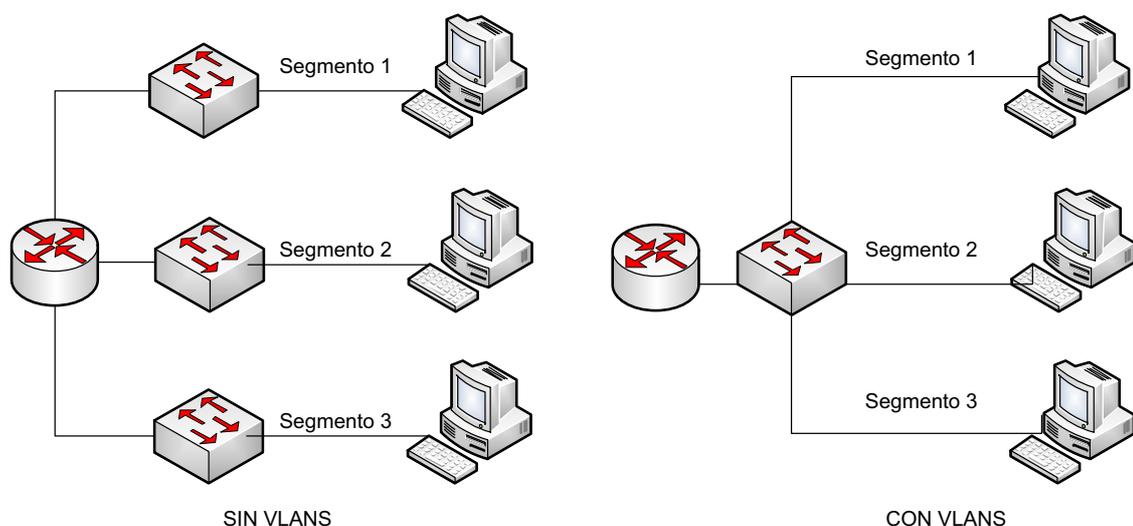


Figura 1-18 Utilización de VLANs ^[F3]

El estándar IEEE 802.1Q da las bases para la inserción de las VLANs en una trama Ethernet. Con esto se configuran los Switches de tal manera que reconozcan los paquetes de cada VLAN y los envíen a su respectivo dominio de Broadcast. Además permite enviar varias VLANs por un único enlace al que se le conoce como enlace troncal. El formato para enviar las tramas se observa en la Figura 1-19:

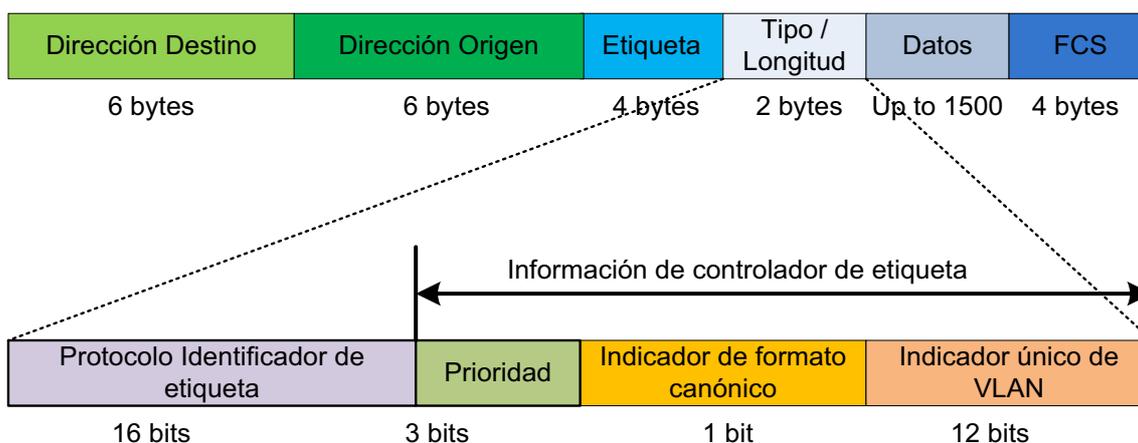


Figura 1-19 Encapsulación VLAN en trama Ethernet ^[W6]

1.5.2 SISTEMAS DE GESTIÓN DE RED ^{[F4][F5]}

Los sistemas de gestión de red tienen como función principal mantener los servicios de negocio de una institución operativos, para lo cual utiliza el monitoreo y control de una red permitiendo coordinar, planificar y dar calidad de servicio. Un sistema de gestión de red posee los siguientes elementos:

- Gestor de Red (Consola).
- Agente de Red (encargado recolectar información en un repositorio MIB³⁸).
- Conjunto de reglas que permitan la comunicación entre el gestor y el agente.

³⁸ MIB: Base de información de administración: Es una base de datos la cual almacena la información en manera de árbol jerárquica de los dispositivos gestionados en una red.

En un sistema de gestión de red la interacción entre estos elementos es por petición y respuesta como se observa en la Figura 1-20.

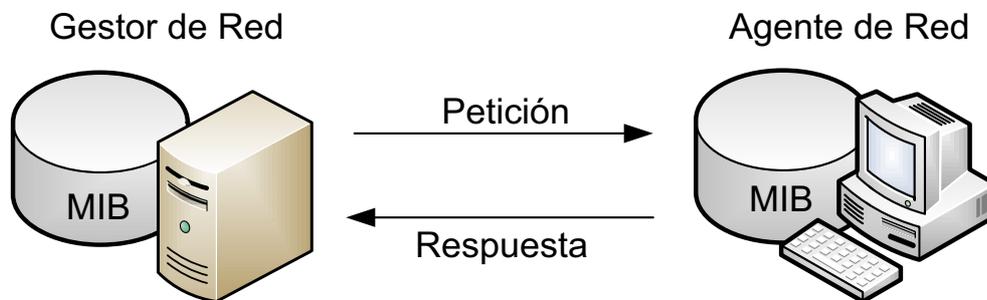


Figura 1-20 Sistema de gestión de red ^[F4]

El modelo más utilizado para la gestión es el de Internet, el cual utiliza el protocolo SNMP (Protocolo Simple de Gestión de Red) para realizar la comunicación entre la consola y el agente de red.

Este es un protocolo de la capa de aplicación y se basa en una configuración cliente-servidor. Este servicio utiliza el puerto 161 para recepción de peticiones y el 162 para la recepción de traps, en cuanto al envío se utiliza cualquier puerto mayor de 1023.

La ventaja de utilizar SNMP es su fácil configuración y su método de gestión, esto debido a que para obtener datos se debe realizar una petición, por lo que se puede indicar el tiempo de consulta. Además existe la opción de configuración de traps que son mensajes de alerta enviados por el agente en caso de alguna falla en el dispositivo.

CAPÍTULO II

2 ESTUDIO SITUACIÓN ACTUAL

2.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente en el *Hospital Metropolitano* existe un modelo de red jerárquico, cuyo núcleo es un conjunto de Switches capa 3 apilados³⁹ que realizan el ruteo entre los diferentes segmentos de red los cuales son:

- Administrativo (red de empleados).
- Médicos.
- Pacientes.
- Imagen.
- Servidores.
- Teléfonos.
- Administración (red de para administración de los equipos de red).

Otro punto a tomar en cuenta es que en la configuración de los Switches de Core se crearon VLANs, pero para la infraestructura de los segmentos se decidió mantener una estructura física diferente, por lo que sólo estos equipos de Core poseen la configuración de las VLANs dentro del Hospital.

Por motivo de las diversas expansiones físicas que se han realizado en la institución se construyó un nuevo edificio, en el cual también existen oficinas administrativas y varios consultorios médicos. Para la conexión con el *Hospital* se utiliza una fibra óptica debido a la distancia que supera los 100 metros, esta fibra se conecta con los Switches de Core y además se decidió cambiar el diseño de la red para esta nueva estructura implementando VLANs.

³⁹ Apilados: Switches apilados o en “stack” son equipos conectados entre sí que actúan como un único switch.

El *Hospital* también presta sus equipos y software para el uso de la empresa Metroambulat, para lo cual existen enlaces dedicados y un acceso para la comunicación vía acceso remoto de las sucursales como lo son Fybecas y Laboratorios.

La administración de todos estos sistemas y redes se realiza en las instalaciones del *Hospital*, lugar en el cual se encuentra físicamente el Departamento de Sistemas y el Cuarto de Telecomunicaciones.

Para la salida al Internet actualmente el *Hospital* tiene contratado un enlace con la empresa Telconet, el cual posee una velocidad de bajada de 10 Mbps y de subida de 6 Mbps. Esta empresa también presta el servicio de enlace de datos para la conexión VPN⁴⁰ con Metroambulat.

Todas estas redes son cableadas a excepción de la red de pacientes que es de acceso inalámbrico y sirve para dar Internet a las habitaciones, estas ocupan 3 pisos y es la única área del *Hospital* con Wireless.

2.2 EQUIPOS RED ACTIVA

La red activa de la institución está compuesta en su totalidad por equipos 3COM de varios modelos. Para los Switches de acceso y distribución se utiliza equipos que posean 24 y 48 puertos Ethernet de 100 Mbps, tienen la opción de poder agregarles módulos de fibra para la conexión con el cuarto de telecomunicaciones en el departamento de sistemas. Estos modelos son:

- 3COM SuperStack III Switch 3300 XM (Especificaciones en la Tabla 2-1).
- 3COM SuperStack III Switch 4200 (Especificaciones en la Tabla 2-2).
- 3COM SuperStack III Switch 4228G (Especificaciones en la Tabla 2-2).

⁴⁰ VPN: Son las siglas de red privada virtual la cual utiliza generalmente redes públicas para implementar sobre ella una red privada segura.

- 3COM SuperStack III Switch 4400 SE (Especificaciones en la Tabla 2-3).
- 3COM SuperStack III Switch 4500 (Especificaciones en la Tabla 2-4).

3COM SuperStack III Switch 3300 XM	
Características	Descripción
Interfaces	24 x Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 - 24, 1 x RS-232C - Sub (DB-9) – 1
Módulos expansión fibra óptica	0
Slots de expansión	1
Capacidades	Switch capa 2, soporta 16 VLANs con 802.1Q, todos los puertos Ethernet soportan MDI/MDI-X y Auto-negociación.
Protocolo de administración remota	HTTP, RMON, SNMP 1

Tabla 2-1 Características 3COM SuperStack III Switch 3300 XM

3COM SuperStack III Switch 4200 y 4228G	
Características	Descripción
Interfaces	24 x RJ-45 10/100Base-TX, 2 x RJ-45 0/100/1000Base-T , 1x DB-9 Management
Módulos expansión fibra óptica	2
Slots de expansión	2
Capacidades	Switch capa 2, Tolerancia a fallos, soporta 256 VLANs, todos los puertos Ethernet soportan MDI/MDI-X y Auto-negociación, pueden ser apilables en stack hasta 8 equipos.
Protocolo de administración remota	HTTP, RMON, SNMP 1, SNMP 2c, SNMP 3

Tabla 2-2 Características 3COM SuperStack III Switch 4200 y 4228G

3COM SuperStack III Switch 4400 SE	
Características	Descripción
Interfaces	24 x Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45, 1 x RS-232 -Sub (DB-9) – 1
Módulos expansión fibra óptica	0
Slots de expansión	2
Capacidades	Switch capa 2, tolerancia a fallos, soporta 256 VLANs, todos los puertos Ethernet soportan MDI/MDI-X y Auto-negociación, pueden ser apilables en stack hasta 8 equipos.
Protocolo de administración remota	HTTP, RMON, SNMP 1, SNMP 2c, SNMP 3

Tabla 2-3 Características 3COM SuperStack III Switch 4400 SE

3COM SuperStack III Switch 4500	
Características	Descripción
Interfaces	48 x RJ-45 10/100Base-TX, 1 x DB-9 Management
Módulos expansión fibra óptica	4
Slots de expansión	2
Capacidades	Switch capa 2/3, ruteo basado en hardware, tolerancia a fallos, soporta 256 VLANs, todos los puertos Ethernet soportan MDI/MDI-X y Auto-negociación, pueden ser apilables en stack hasta 8 equipos.
Protocolo de administración remota	HTTP, RMON, TELNET, SNMP v1 2c 3, TFTP,

Tabla 2-4 Características 3COM SuperStack III Switch 4500

Para el segmento de Imagen por ser una red de transmisión de imágenes de alta calidad, utiliza un switch que posee interfaces que soportan 1000 Mbps con cable UTP categoría 6. Este equipo posee módulos de expansión para fibra óptica, para conexión con los Switches de Core. El modelo es 3COM SuperStack III Switch 5500-EI que cumple con las especificaciones que se observan en la Tabla 2-5.

3COM SuperStack III Switch 5500-EI	
Características	Descripción
Interfaces	24 x RJ-45 10/100/1000 Base-T, 1 x DB-9 Management
Módulos expansión fibra óptica	4
Slots de expansión	2
Capacidades	Switch capa 3, Ruteo basado en hardware, Autenticación Mac, Radius, Filtro ACL, Tolerancia a fallos, Soporta 256 VLAN, MDI/MDI-X, Auto-negociación, QoS, CoS,
Protocolo de administración remota	HTTP, RMON, TELNET, SNMP 1, SNMP 2c, SNMP 3, TFTP, SSH

Tabla 2-5 Características 3COM SuperStack III Switch 5500-EI

La red de la institución utiliza Swiches capa 3 en lugar de Router, estos cumplen con ciertas especificaciones. El switch que realiza esta función fue el 3COM SuperStack II Switch 5500G que cumple con las especificaciones de la Tabla 2-6.

3COM SuperStack II Switch 5500G	
Características	Descripción
Interfaces	48 x RJ-45 10/100/1000 Base-T, 1 x DB-9 Management
Módulos expansión fibra	4
Slots de expansión	2
Capacidades	Switch capa 3, Ruteo basado en hardware, autenticación Mac, Radius, Filtro ACL, Tolerancia a fallos, Soporta 256 VLAN, MDI/MDI-X, Auto-negociación, Apilable en stack, QoS, CoS,
Protocolo de administración remota	HTTP, RMON, TELNET, SNMP 1, SNMP 2c, SNMP 3, TFTP, SSH v2

Tabla 2-6 Características 3COM SuperStack III Switch 5500G

Para el segmento de pacientes se utilizan 3 equipos especiales, el primero es un Switch “3COM SuperStack III Switch 4500 PWR” que posee las mismas características que el mostrado en la Tabla 2-4, pero con la capacidad de PoE ⁴¹. El siguiente de estos equipos es un controlador de red de modelo “3COM Wireless LAN Controller WX5002” que posee las especificaciones de la Tabla 2-7.

3COM Wireless LAN Controller WX5002	
Características	Descripción
Interfaces	2 x RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX IEEE 802.3af compatible con un puerto PoE y auto-negociación
Numero de Access Point que administra	Hasta 64 con actualización de licencia
Equipos Access Point que puede manejar	3COM Wireless 7760 11a/b/g PoE Access Point (3CRWE776075)
Método de administración	Web (HTTPS), CLI (SSHv2 or Telnet), SNMP MIB II
Protocolos de Red	TCP/IP, Bridging protocol, DHCP, HTTP, FTP
Métodos de seguridad	WPA y WPA2, WEP 40/64 y 104/128-bit, TKIP RC4 40-bit, AES (CCMP) 128-bit (FIPS-197), SSL y TLS, RC4 128-bit y RSA 1024-bit y 2048-bit, IEEE 802.1X Control de acceso de red basado en puerto, RADIUS, Autenticación MAC, Autenticación WEB, Listas de control de acceso (ACLs).
Soporte VLAN	VLANs para la aplicación de múltiples SSIDs con 802.1Q
Servicio PoE para Access Points	PoE 48V DC

Tabla 2-7 Características 3COM Wireless LAN Controller WX5002

⁴¹ PoE: Energía sobre Ethernet: Es una tecnología que permite alimentar con energía a equipos de red mediante los cables UTP que se usan para conectarlos.

El último de estos equipos activos de la red inalámbrica son los Access Points, estos también son de marca 3COM y modelo "Access Point 7760 11 A/B/G PoE AP" cuyas especificaciones se pueden observar en la Tabla 2-8.

3COM Access Point 7760 11 A/B/G PoE AP	
Características	Descripción
Interfaces	RJ-45, IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g 1 x 10BASE-T/100BASE-TX IEEE 802.3af compatible con un puerto PoE y auto-negociación
Velocidad de Datos	802.11g/a : 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Mb/s 802.11b : 11, 5.5, 2, 1 Mb/s
Banda de Frecuencias	802.11a : 5 GHz 802.11b/g : 2.4 GHz
Rango de Operación	802.11a : Más de 50 m (164 pies) 802.11b/g : Más de 100 m (328 pies)
Protocolos de Red	TCP/IP, Bridging protocol, DHCP, HTTP, FTP
EMC/EMI	FCC 15 subpart C IC RSS-210 EN 300 328 EN 301 893 EN 301 489-1, -17 EN 60601
Soporte VLAN	VLANs para la aplicación de múltiples SSIDs con 802.1Q
Certificación	WiFi, CSA
Alimentación eléctrica	Adaptador de energía externo y PoE 48V DC
Seguridad	WEP, WPA, WPA2, SSID Broadcast Disable, Control de acceso de direcciones MAC

Tabla 2-8 Características 3COM Access Point 7760 11 A/B/G PoE AP ^{[M3][W15]}

2.3 ESTRUCTURA DE LA RED

Al existir varios tipos de usuarios y necesidades de seguridad para el *Hospital* existen varios tipos de segmentos los cuales poseen diferentes tipos de permisos y seguridades para los usuarios, estos segmentos son:

- Administrativo (red empleados).
- Médicos.
- Pacientes.
- Imagen.
- Servidores.
- Teléfonos.
- Administración (red administración de equipos).

En el edificio del *Hospital Metropolitano* los segmentos se encuentran separados físicamente en diferentes redes, por lo que cada una tiene su propia red cableada y son totalmente independientes. El nuevo edificio se utiliza VLANs para la conexión de equipos y teléfonos con una sola red cableada. Esta distribución se puede observar en la Figura 2-1.

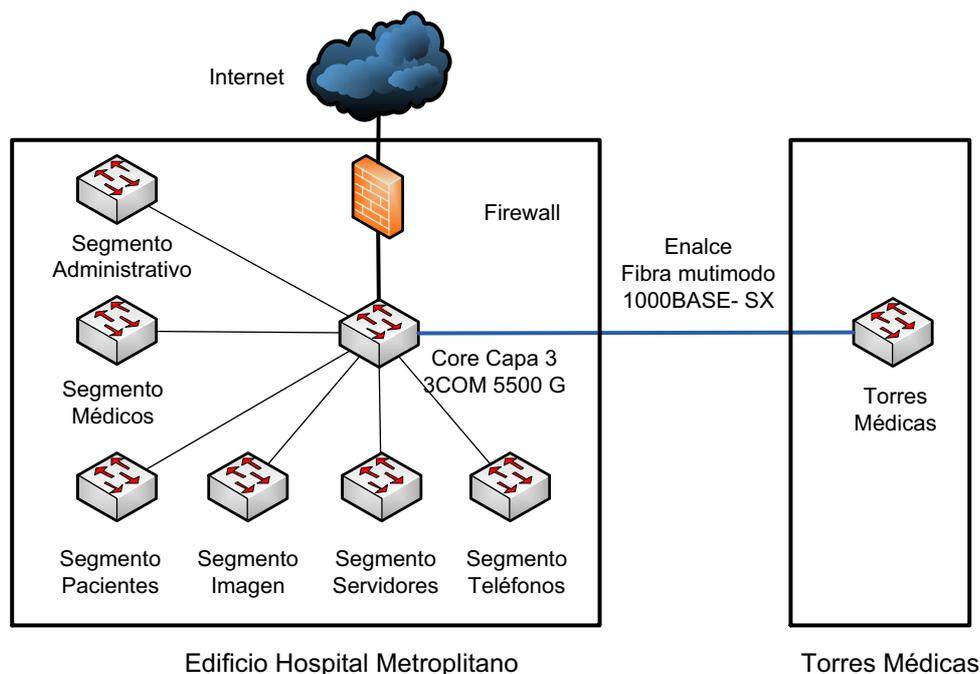


Figura 2-1 Distribución de las redes de la institución.

Como se observa en la Figura 2-1 los Switches de Core de modelo “3COM SuperStack III Switch 5500G” poseen un enlace hacia un equipo Firewall de marca “Astaros”, el cual se conecta con el Internet y sirve como anti-Spam; además controla el acceso de Internet de los diferentes equipos en la red. Para el acceso a Internet se utiliza un Router de marca “Cisco” que pertenece a la empresa Telconet y la institución no lo administra o manipula.

2.3.1 SEGMENTO ADMINISTRATIVO

En este segmento de la red se encuentran conectados todos los empleados del *Hospital Metropolitano* de los diferentes departamentos administrativos, razón por la cual es el segmento que posee el mayor número de usuarios y es uno de máxima prioridad en cuanto a requerimientos de servicios.

En este segmento existe un servidor de DHCP el cual brinda direcciones dinámicamente, pero tomando en cuenta que existe una reserva de direcciones estáticas para algunos servidores ubicados en esta área. Otro rango que no posee DHCP es una subred la cual se reserva para los equipos de red y algunos equipos especiales.

El segmento posee una estructura jerárquica con un Switch de Core ubicado en el cuarto telecomunicaciones de sistemas, el mismo que es un Switch 3COM 4400 SE de capa 2, que sirve para la conexión con los Switches de distribución ubicados en los cuartos de equipos. Los equipos existentes en este segmento se observan en la Tabla 2-9.

Modelo	Cantidad
3COM SuperStack III Switch 3300 MX	1
3COM SuperStack III Switch 4228 G	7
3COM SuperStack III Switch 4400 SE	8
3COM SuperStack III Switch 4500	6

Tabla 2-9 Cantidad de equipos segmento administrativo

En relación al cableado se utiliza enlaces con cable UTP categoría 6 al igual que para la conexión con los Switches de Acceso. Para la conexión con los usuarios finales se utiliza cable UTP categoría 6 ya que estos enlaces no superan los 100 metros de distancia como indican las normas de este cable.

En este segmento el tráfico existente es muy bajo a pesar del número de usuarios, esto debido a que utilizan el programa GEMA, el cual se conecta con los servidores de bases de datos para extraer o grabar la información lo que no requiere gran demanda de recursos. En cuanto al Internet actualmente en este segmento solo se les da permisos a ciertos usuarios y está controlado por el firewall principal. Esta distribución de la red se observa en la Figura 2-2.

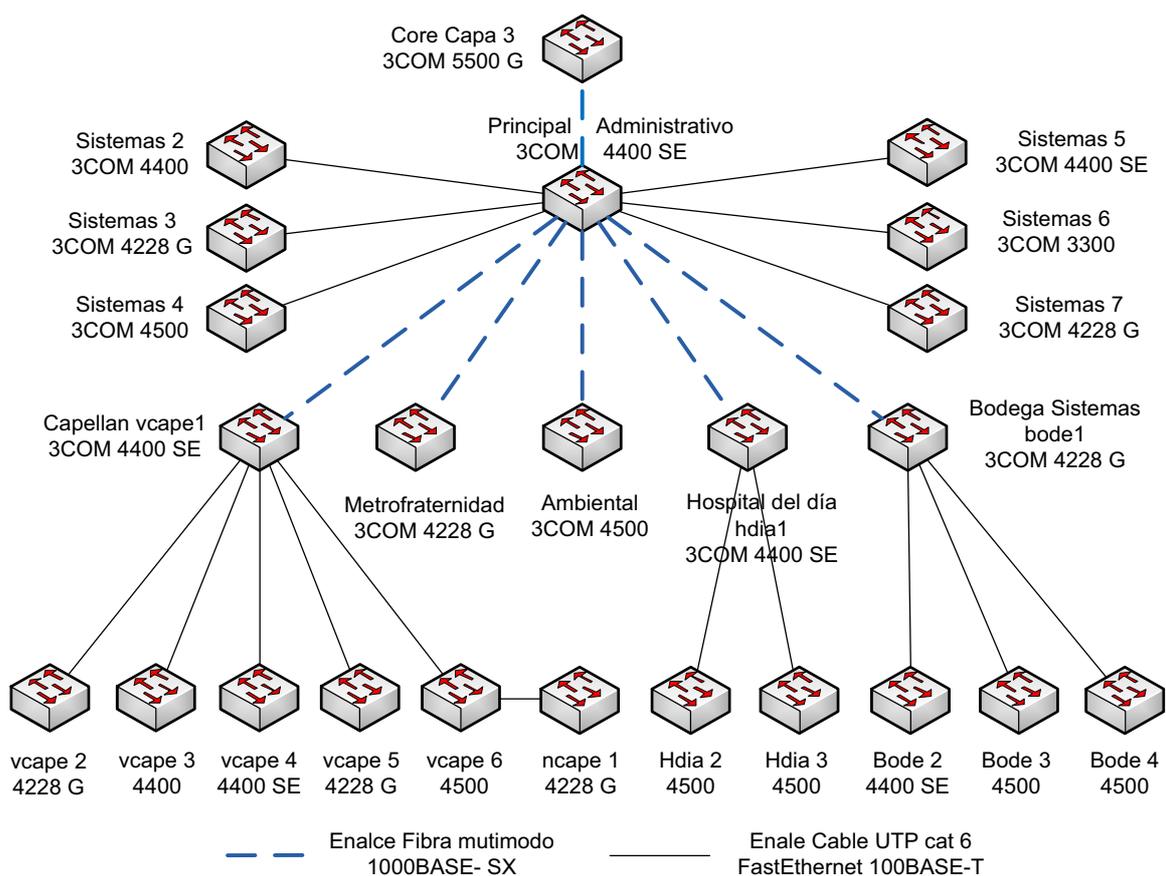


Figura 2-2 Estructura de red segmento administrativo

2.3.2 SEGMENTO MÉDICOS

Este segmento se creó con el propósito de dar el servicio de Internet a los médicos del *Hospital* en sus consultorios que se encuentran en el segundo y tercer piso del mismo edificio. Al no tener que utilizar ningún software de la empresa no tiene acceso al resto de segmentos, pero ellos al contrario de los trabajadores del *Hospital* tienen el servicio de Internet casi sin restricciones de uso.

Este segmento al ser un punto de inseguridad debido a que los usuarios poseen un internet casi sin restricciones de navegación posee su propio firewall interno, el cual es de modelo "Tipping Point", el cual da permisos de uso de Internet mediante el control de IP. Los otros equipos existentes en esta red se observan en la Tabla 2-10.

Modelo	Cantidad
3COM SuperStack III Switch 4228 G	4
3COM SuperStack III Switch 4400 SE	1
3COM SuperStack III Switch 5500 EI	2

Tabla 2-10 Cantidad de equipos segmento médicos

Al igual que el segmento administrativo posee la estructura de estrella jerárquica y sus enlaces con el Switch de Core son realizados mediante cable UTP categoría 6, para los enlaces entre los Switches de acceso y los equipos de los médicos se utiliza el mismo tipo de cable. Por otro lado el enlace hacia las Torres Médicas se realiza mediante fibra óptica multimodo 1000BASE-SX por su distancia superior a 100 metros.

En las Torres Médicas se da el servicio de Internet a los médicos que poseen su consultorio mediante una infraestructura propia de este edificio, la red aquí está compuesta por equipos 3COM conectados en cascada y ubicados en un cuarto de equipos existente en cada piso.

Ésta configuración de los equipos no cumple con ningún formato de diseño por lo cual se recomienda modificarlo. El principal problema con este modelo de conexión en cascada es si corta un enlace, lo que causaría que todos los equipos conectados a continuación pierdan conexión. Para este segmento se recomienda corregir el error de diseño y realizar un enlace propio para cada uno de los equipos, en lugar de la actual configuración en cascada. La configuración actual como la recomendación se puede observa en Figura 2-3.

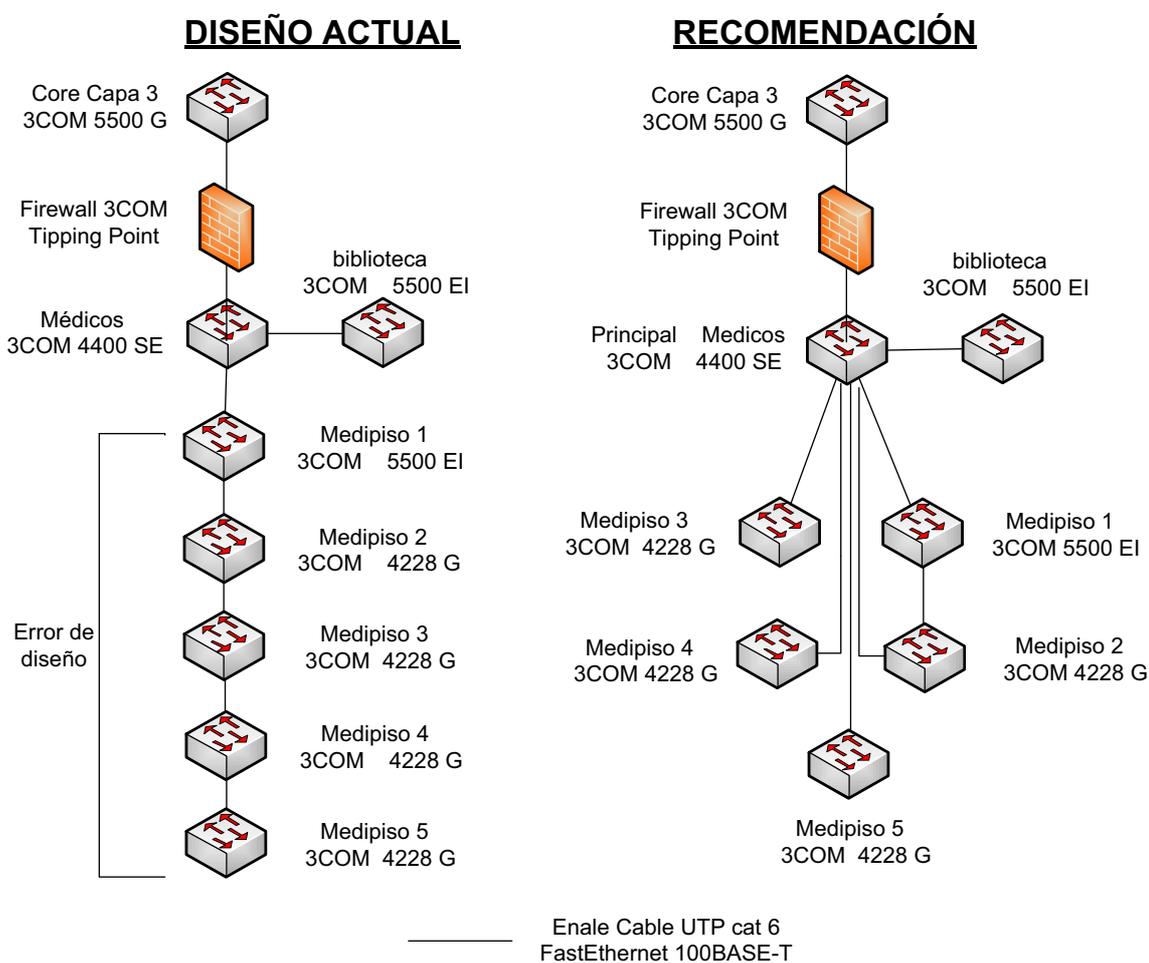


Figura 2-3 Estructura de red segmento médicos mal diseñada

2.3.3 SEGMENTO PACIENTES

Al existir varios pacientes que acuden al *Hospital* con sus laptops para conectarse a Internet, la empresa se vio en la necesidad de ofrecer el servicio de Internet

inalámbrico a los mismos, pero por ser muy riesgoso el permitir que personas ajenas a la empresa ingresen a la red se decidió crear este segmento para restringir su acceso únicamente al Internet.

La única función de este segmento es dar el servicio de Internet inalámbrico a los pacientes en la zona de las habitaciones, la cual es la única que posee una red inalámbrica en el *Hospital*. Los equipos existentes en este segmento se observan en la Tabla 2-11.

Modelo	Cantidad
3COM SuperStack III Switch 4500 PWR	1
3COM Access Point 7760 PWR	20
3COM Wireless LAN Controller	1

Tabla 2-11 Cantidad de equipos segmento pacientes

Para la gestión de los Access Points se utiliza un equipo “Wireless LAN Controller WX5002 de 3COM” el cual administra el sistema. Para acceder al servicio de Internet se realiza mediante tickets generados por el programa ANTAMEDIA, estos tickets tienen una duración de 3 días. La estructura de la red se observa en la Figura 2-4.

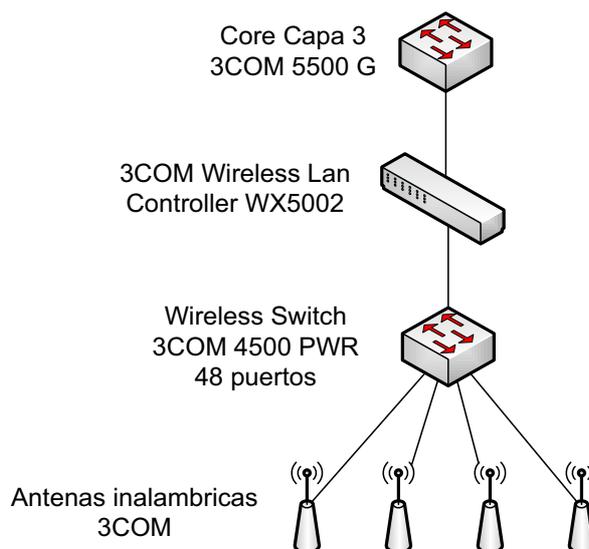


Figura 2-4 Estructura de red segmento Pacientes

2.3.4 SEGMENTO IMAGEN

El *Hospital Metropolitano* posee equipos que trabajan con imágenes de muy alta calidad como son las radiografías, ecosonogramas, etc.; por lo que para cubrir la necesidad de tener una red capaz de trabajar este gran flujo de dato sexiste el segmento de imagen.

Esta subred cuenta con equipos de muy altas prestaciones como lo es el Switch 5500 de 3COM que posee puertos GigaEthernet y un gran poder de procesamiento.

El segmento posee un cableado UTP categoría 6 capaz de soportar estas necesidades de transporte de datos entre los Switches de acceso y los equipos de imagen. Para los enlaces entre Switches tiene enlaces de fibra multimodo 1000BASE-SX. Los equipos existentes en el segmento se observan en la Tabla 2-12.

Modelo	Cantidad
3COM SuperStack III Switch 4500	1
3COM SuperStack III Switch 5500 EI	5
3COM SuperStack III Switch 5500 G	1

Tabla 2-12 Cantidad de equipos segmento imagen

Para esta red las direcciones de red son asignadas de forma manual, ya que aquí existen servidores que almacenan las imágenes y los otros que trabajan con ellas.

En cuanto al acceso con el exterior esta subred posee salida a Internet por medio de la red del *Hospital* como el resto de segmentos. Además posee una conexión directa al exterior por medio de un Router que se encuentra dentro de este segmento, para permitir el acceso a las empresas que realizan el mantenimiento remoto de estos equipos específicos.

Como esta red posee esta segunda salida al Internet se le tiene bloqueado el acceso a ciertos equipos y subredes en los Switches capa 3, para que no existan riesgos de seguridad que puedan perjudicar al resto de subredes internas del *Hospital*. La estructura de la red se observa en la Figura 2-5.

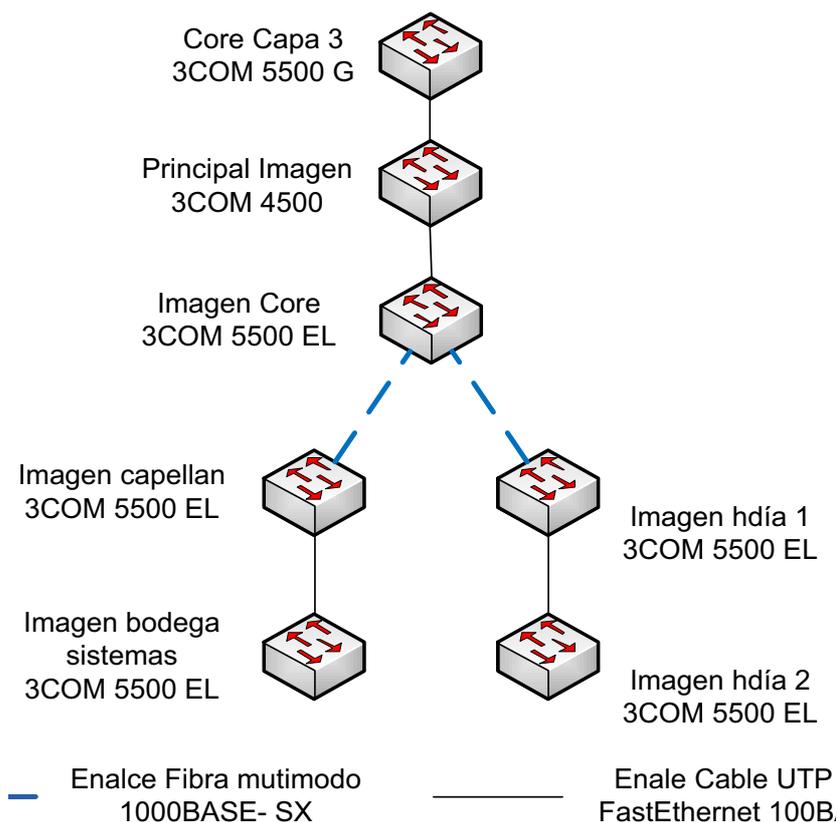


Figura 2-5 Estructura de red segmento imagen

2.3.5 SEGMENTO SERVIDORES

Los servidores de datos y aplicaciones se encuentran físicamente en las instalaciones del *Hospital* en el cuarto de telecomunicaciones. Estos equipos tienen su propia subred la cual tiene acceso el segmento administrativo, imagen y teléfonos.

Todo este segmento posee salida a Internet por motivo de las actualizaciones existentes para los servidores y sus aplicaciones. Este es el segmento que posee menor número de equipos pero el de mayor riesgo de seguridad, además todos ellos se encuentran en un área determinada.

Por estas razones únicamente existe un equipo de red, este es un switch 3COM como se observa en la Tabla 2-13.

Modelo	Cantidad
3COM SuperStack III Switch 4500	1

Tabla 2-13 Cantidad de equipos segmento servidores

La forma de conexión de los servidores con este switch es mediante cableado UTP categoría 6. Varios de estos equipos poseen más de una conexión por motivos de redundancia para garantizar su disponibilidad de las aplicaciones. Esta distribución de la red se observa en la Figura 2-6.

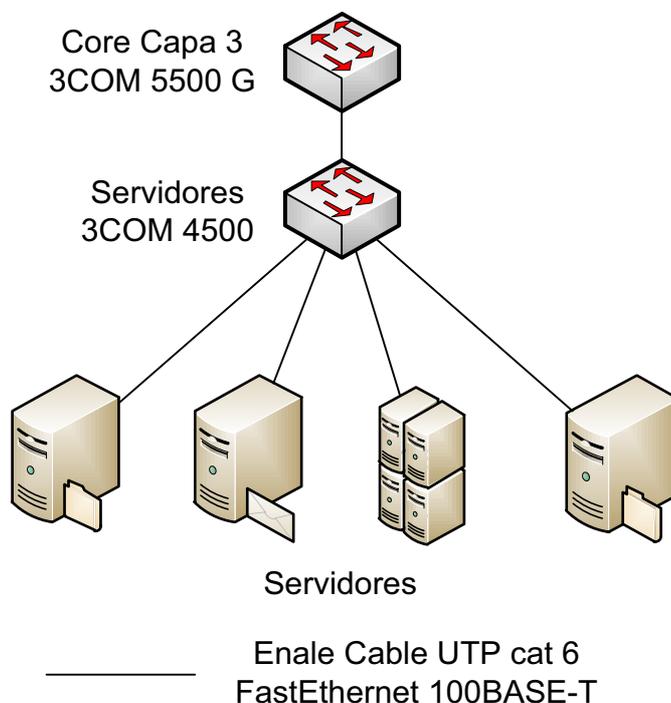


Figura 2-6 Estructura de red segmento servidores

2.3.6 SEGMENTO TELÉFONOS

En el *Hospital* se mantienen los teléfonos digitales separados de la red de datos. Esta decisión se toma debido a que se requiere de un sistema de comunicación que siempre este activo y de esta manera al existir un fallo una red siempre estará activa ya sea de datos o teléfonos.

Por la necesidad de que esta red siempre esté activa toman varias precauciones en su diseño. Los teléfonos son PoE (Power over Ethernet) al igual que los Switches de conexión, los mismos que poseen su propio generador de energía para evitar que dejen de funcionar si existiera un corte de energía.

Todo el cableado existente para este sistema es UTP categoría 6 debido a las especificaciones del fabricante de los teléfonos.

Para la configuración a cada teléfono se le asigna una IP estática a la cual se le asigna en el servidor una extensión telefónica y su respectivo perfil de usuario. En este segmento los equipos de red poseen salida a las otras redes para su administración remota.

2.3.7 SEGMENTO ADMINISTRACIÓN

Este es un nuevo segmento creado con el fin de administrar los equipos de red, para lo cual se creó una subred independiente a la que solo tenga acceso el personal de sistemas. Actualmente está aplicada en el *Hospital* a los equipos de CORE ya que el resto no se encuentra configurado con VLANs el cual es un requerimiento para su funcionamiento.

La asignación de IP a cada equipo es manual, ya que no se brinda el servicio de DHCP a este segmento por la cantidad de equipos que posee y para facilitar su administración.

Actualmente esta red no se encuentra aplicada a todos los equipos por lo que es solo un proyecto a futuro para su posible implementación en todos los equipos de red, ya sean estos cableados o inalámbricos.

2.4 CONFIGURACIÓN VLANS

2.4.1 POLÍTICAS DE CONFIGURACIÓN

Las políticas de configuración para las VLANs se basan en la necesidad de transferencia de datos entre los diferentes segmentos, así como de la restricción de acceso de cierto tipo de usuarios. Otro aspecto a tener en cuenta es que aparte de crear VLANs para los diferentes segmentos se requiere crear otras para diversos usos.

En total el número de VLANs existentes es de 12, se asigna una a cada segmento y se añaden 6 más para diversos usos como administración y para proyectos futuros. Las VLANs existentes son:

- VLAN 1 Default.
- VLAN 2 Imagen.
- VLAN 3 Pacientes.
- VLAN 4 LANTIS.
- VLAN 5 Administrativo.
- VLAN 6 Servidores.
- VLAN 7 Firewall.
- VLAN 8 Médicos.
- VLAN 9 Wireless_Médicos.
- VLAN 10 Voz.
- VLAN 11 DMZ_Pacientes.
- VLAN 12 Reserva.

Existen algunas VLANs las cuales no se les da uso, esto debido a que son solo para la administración de los equipos o para proyectos que se encuentran aún en planeación. Debido a que su función no es de importancia en la institución, solo se hará una rápida explicación de las mismas:

- ❖ DEFAULT: Esta VLAN para el segmento ADMINISTRACIÓN.
- ❖ LANTIS: VLAN de experimentación.
- ❖ FIREWALL: Es la salida al Internet mediante un firewall
- ❖ WIRELESS_MÉDICOS: Esta VLAN aún no está utilizada pero se la creó para una proyección del servicio inalámbrico de internet para médicos dentro de la institución.
- ❖ DMZ_PACIENTES: Es otra VLAN sin función por el momento pero creada para experimentación.
- ❖ RESERVA: Es una VLAN creada para multipropósito o en el caso de agregar un nuevo segmento.

Aparte de estas condiciones en relación a los segmentos también se ingresaron algunas políticas para el control de tráfico que está permitido a pasar por este equipo, esto mediante reglas en los Switches de Core para permitir o restringir a los usuarios de los diferentes segmentos acceder a los diferentes servicios o servidores.

En relación a las políticas de acceso tienen que ver tanto con la información restringida como con los sistemas de administración. En cuanto a la restricción por información tiene que ver con el acceso que no debe de haber entre los segmentos de pacientes o médicos con el segmento de servidores o administrativo.

Como se decidió mantener la estructura de segmentos separados y al configurar VLANs en el Switch de Core, se decidió asignar VLANs por puertos específicos en estos equipos de Core, dándole a cada VLAN en los equipos una dirección

estática la cual será el GATEWAY⁴² de la misma subred. Al haber varios equipos conectados entre sí, funcionando como uno mismo, se crearon a la vez puertos de respaldo en caso de que alguno de esos falle.

2.4.2 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS

Como prioridad de seguridad existe la configuración para los diferentes tipos de acceso y privilegios en los equipos de red. Debido a que todo el acceso es de tipo local solo se configura un usuario para la administración con un PASSWORD que solo lo posee el administrador de red.

Las diferentes VLANs se encuentran asignadas con sus respectivos nombres para tener una referencia al momento de realizar la administración de las mismas:

- VLAN 1 Default
- VLAN 2 Imagen
- VLAN 3 Pacientes
- VLAN 4 LANTIS
- VLAN 5 Administrativo
- VLAN 6 Servidores
- VLAN 7 Firewall
- VLAN 8 Medicos
- VLAN 9 Wireless_Medicos
- VLAN 10 Voz
- VLAN 11 DMZ_Pacientes
- VLAN 12 Reserva

En cuanto a las reglas de acceso aplicadas, se basan en los requerimientos de seguridad de la información de los diferentes segmentos, estos requerimientos para el intercambio de tráfico son:

⁴² Gateway: También conocida como puerta de enlace es un equipo representado por una dirección IP que permite interconectar distintas redes.

1. Permitir el acceso a los diferentes servidores de aplicación y bases de datos a los segmentos ADMINISTRATIVO, IMAGEN, VOZ, FIREWALL y las subredes de METROAMBULAT.
2. Permitir el acceso a los servidores Web de laboratorio a los segmentos ADMINISTRATIVO Y MÉDICOS.
3. Permitir el acceso al equipo que presta el servicio VPN en el segmento ADMINISTRATIVO a las subredes de Metroambulata.
4. Permitir el tráfico de DHCP y DNS de cualquier segmento a los servidores que prestan estos servicios.
5. Permitir el acceso a Internet por parte de todos los segmentos hacia el firewall que es el GATEWAY.
6. Permitir el tráfico de SNMP en todos los segmentos excepto pacientes.
7. Permitir el tráfico de TRAPS SNMP excepto en el segmento pacientes.
8. Restringir el acceso a SERVIDORES del segmento PACIENTES.
9. Restringir el acceso de cualquier dirección IP diferente a la asignada por el segmento imagen ya que este tiene acceso directo a Internet.

2.4.3 ASIGNACIÓN DE PUERTOS POR SEGMENTO

Al utilizar un Switch capa 3 en lugar de un Router, se obtiene la ventaja de poseer una gran cantidad de puertos libres a disposición, lo que se aprovecha para crear enlaces redundantes y respaldos en caso de que se dañe un puerto o en caso de que uno de los Switches de Core deje de funcionar, con esto se consigue una respuesta más rápida frente a fallos o problemas.

Para la asignación de puertos se dividen los puertos entre los 3 equipos para evitar problemas, de esta manera si uno de ellos llega a fallar otro puede remplazarlo. Todo esto da una garantía entre los equipos apilados (conexión en STACK), aprovechando la tecnología que poseen los equipos. Con esta manera de conexión entre equipos es necesario que dos de ellos dejen de funcionar para que la red colapse.

2.5 CABLEADO ESTRUCTURADO

La institución posee un sistema de cableado estructurado que fue diseñado con el fin de transportar datos, voz e imágenes. Como se explica en el Subcapítulo 2.1 los segmentos de red son independientes entre sí físicamente por lo que cada uno posee un Switch de Core y un Switch de distribución en cada cuarto de equipos. Esto causa además que para la conexión entre los diferentes cuartos de telecomunicaciones se utilice un enlace por cada segmento que se necesite en el área.

En la institución la red está constituida por cableado UTP categoría 6 TIA/EIA 568-B tanto para el cableado vertical como para el horizontal, esto debido a que la cantidad de tráfico que transporta no es muy alta y además no se supera las distancias máximas de 100 metros permitidas. La única excepción es el segmento de imagen que utiliza fibra multimodo 1000BASE-SX como se explica en el Subcapítulo 2.1.2.4.

Para poder cubrir con todas las áreas de la institución con el fin de no superar los 100 metros que el cableado permite, se posee varios cuartos de telecomunicaciones. Con este fin en el subsuelo aparte del cuarto de equipos del Departamento de Sistemas existen dos cuartos de telecomunicaciones adicionales, además de otro existente en la Planta Baja.

De los cuartos de telecomunicaciones ubicados en el Subsuelo, el primero se le conoce como “Bodega de Sistemas” y se encarga de cubrir también las áreas de *Hospitalización* de Planta Baja, H1 y H2. Para cubrir con los pisos C1 y C2 se utiliza el cuarto de telecomunicaciones de la Planta Baja también conocido como “Capellán”. El cuarto de telecomunicaciones de “Ambiental” ubicado en el subsuelo se creó para cubrir con la distancia de los departamentos alejados del cuarto de equipos ubicado en el Departamento de Sistemas. Toda esta distribución se puede observar en la Figura 2-7.

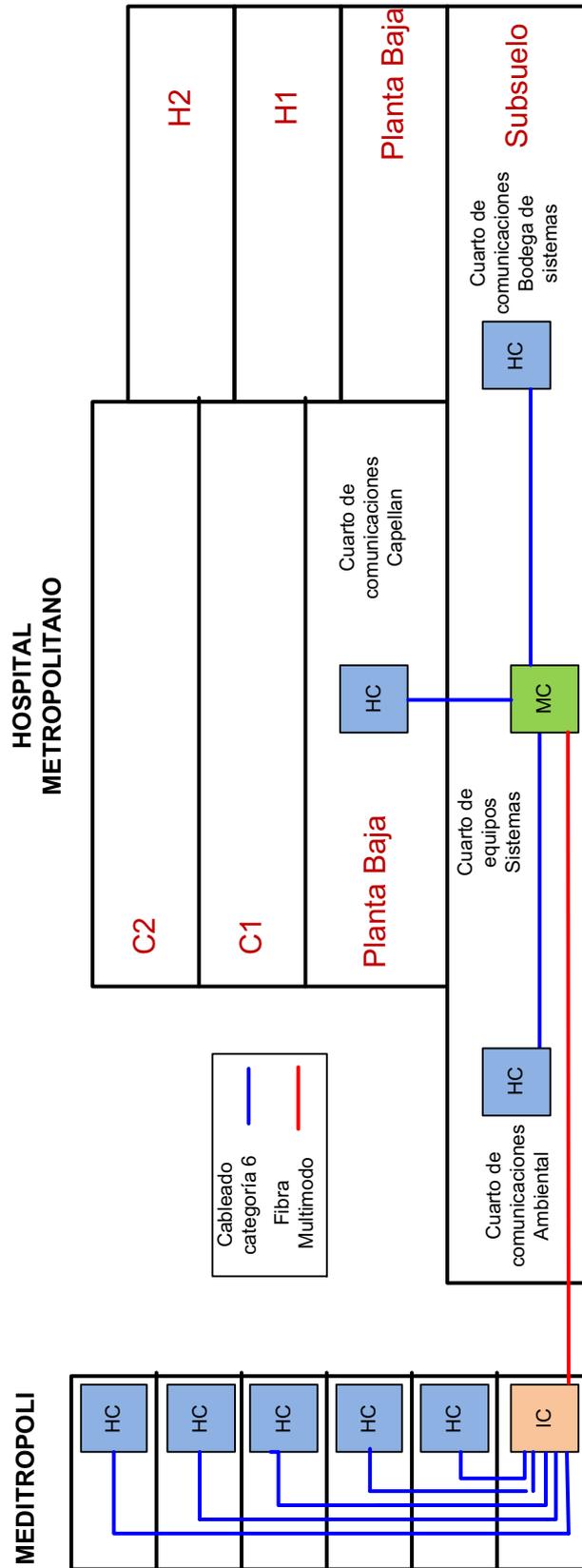


Figura 2-7 Distribución del cableado vertical en la institución

2.6 RED INALÁMBRICA

2.6.1 INTRODUCCIÓN

Con respecto a la red inalámbrica existente en el *Hospital*, se encuentra ubicada en el área de *Hospitalización*, con el propósito de brindar el servicio de Internet a los usuarios mediante el segmento Pacientes.

Los Access Points que se utilizan son de marca “3COM Wireless 7760 11a/b/g PoE Access Point WL-561”, cuyas especificaciones se observan en la Tabla 2-8 y se administran mediante un “Wireless LAN Controller WX5002”.

El equipo “Wireless LAN Controller WX5002” posee administración vía web y sus especificaciones se observan en la Tabla 2-7. Para la localización física de las antenas se emplea el ensayo y error, esto hasta conseguir que la señal cubra toda el área necesaria de las habitaciones.

Para la conexión del equipo “Wireless LAN Controller WX5002” con los Switch Capa 3 de la red cableada, se utiliza cableado UTP categoría 6 hacia el rack ubicado en el cuarto de telecomunicaciones en la bodega de sistemas.

Para las antenas se tiene cableado UTP categoría 6 y estas son PoE, por lo que no necesitan instalación eléctrica propia. Para cubrir con este propósito se utiliza un switch PoE de marca “3COM 4500 PWR de 48 puertos” como se observa en la Figura 2-4.

Para su control de acceso se utiliza un servidor de tickets de marca “ANTAMEDIA”, el cual genera tickets con 3 días de validés que es el tiempo medio de estadía de los pacientes.

La tecnología aplicada es de tipo WiFi por requerimiento del *Hospital*, ya que los pacientes que requieren el servicio poseen sus equipos portátiles que son compatibles con la misma.

El área de cobertura está separada en 3 pisos los que comprenden la zona de *Hospitalización*. En estos pisos solo existen cuartos para los pacientes y está separada de las aéreas de tratamiento y atención hospitalaria.

Por la forma de construcción de estas áreas y a que las paredes son de hormigón armado, existe un número elevado de Access Points. Los equipos existentes son 7 en Planta Baja y H1, pero en H2 solo existen 6 Access Points.

2.6.2 **ÁREA DE COBERTURA**

Al ser el servicio de Internet inalámbrico una necesidad de rápida solución para la institución y sin necesidad de que tenga grandes avances tecnológicos o requerimientos muy extensos, cuando se diseñó únicamente se verifico que la señal cubra las áreas de hospitalización.

Por lo cual la colocación de los equipos no tuvo mayor diseño y la única prueba realizada era que exista la conexión inalámbrica de una laptop en cada habitación sin conocer realmente la magnitud de estas áreas de cobertura. Estas aéreas de cobertura comprenden 3 pisos los cuales se los llama:

- *Hospitalización* PB.
- *Hospitalización* H1.
- *Hospitalización* H2.

Como únicamente son cuartos de estadía para los pacientes aquí no existe equipos médicos de gran importancia, los únicos equipos que existen son sensores para monitorear los signos vitales de los pacientes los cuales no transmiten ninguna información o utilizan radiofrecuencia en su funcionamiento.

Una razón para que no llegue la señal de estos equipos en otras áreas, es la forma de construcción ya que el área de hospitalización es una ampliación del edificio general y se encuentran separadas por paredes independientes con el *Hospital*, las cuales impiden el paso de las señales de radiofrecuencia.

A continuación se muestran los análisis de cobertura de estas aéreas mediante gráficas obtenidas al realizar el *survey activo*⁴³ en las mismas. En estos gráficos se representa la potencia en decibelios en las distintas zonas por colores que van del color azul que es la más alta, hasta el color rojo que representa una potencia muy débil como para tener servicio.

En estos gráficos se muestra la localización física de los Access Point con la nomenclatura "**A#**". Al ser el área de *Hospitalización* la única con servicio de red inalámbrica,

El *survey activo* se realiza en los pisos *Hospitalización* Planta Baja que se muestra en la Figura 2-8, *Hospitalización* 1 que se muestra en la Figura 2-9 y *Hospitalización* 2 que se muestra en la Figura 2-10.

⁴³ *Survey activo*: Es un análisis de las redes existentes en la zona y la red que se desea analizar; obteniendo datos como los niveles de potencia, los canales que se encuentran en uso y la ubicación de los Access Points.

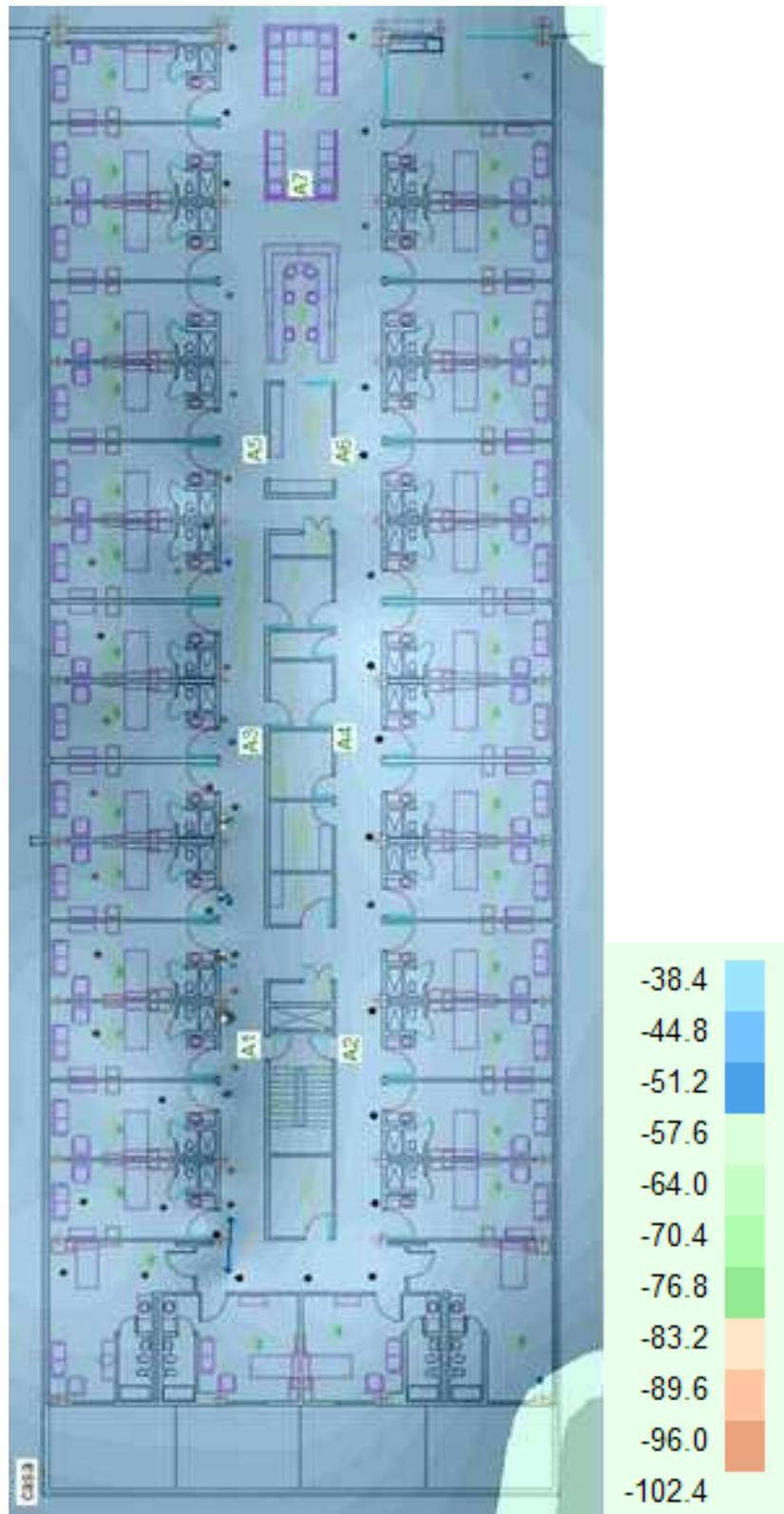


Figura 2-8 Survey Hospitalización Planta Baja

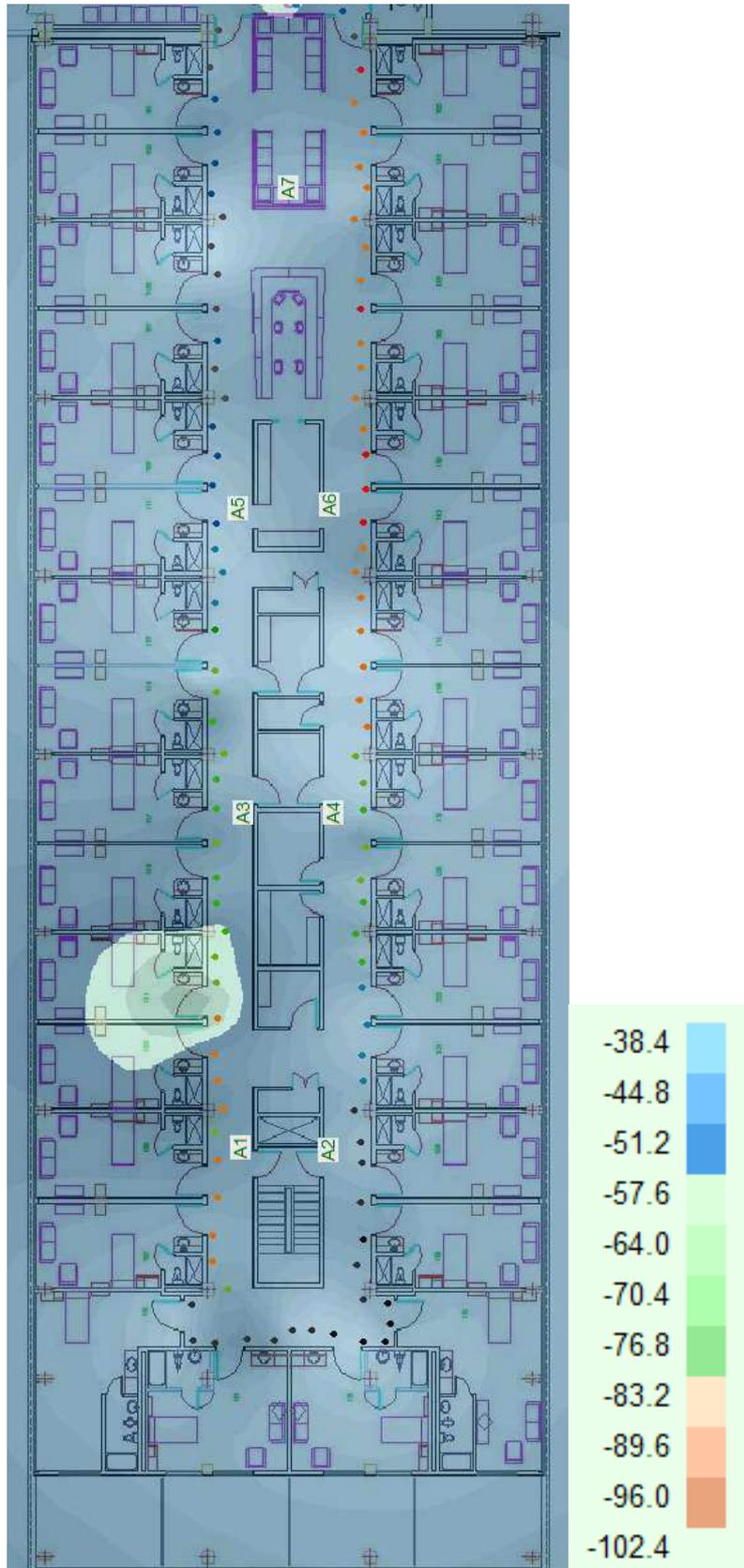


Figura 2-9 Survey Hospitalización H1

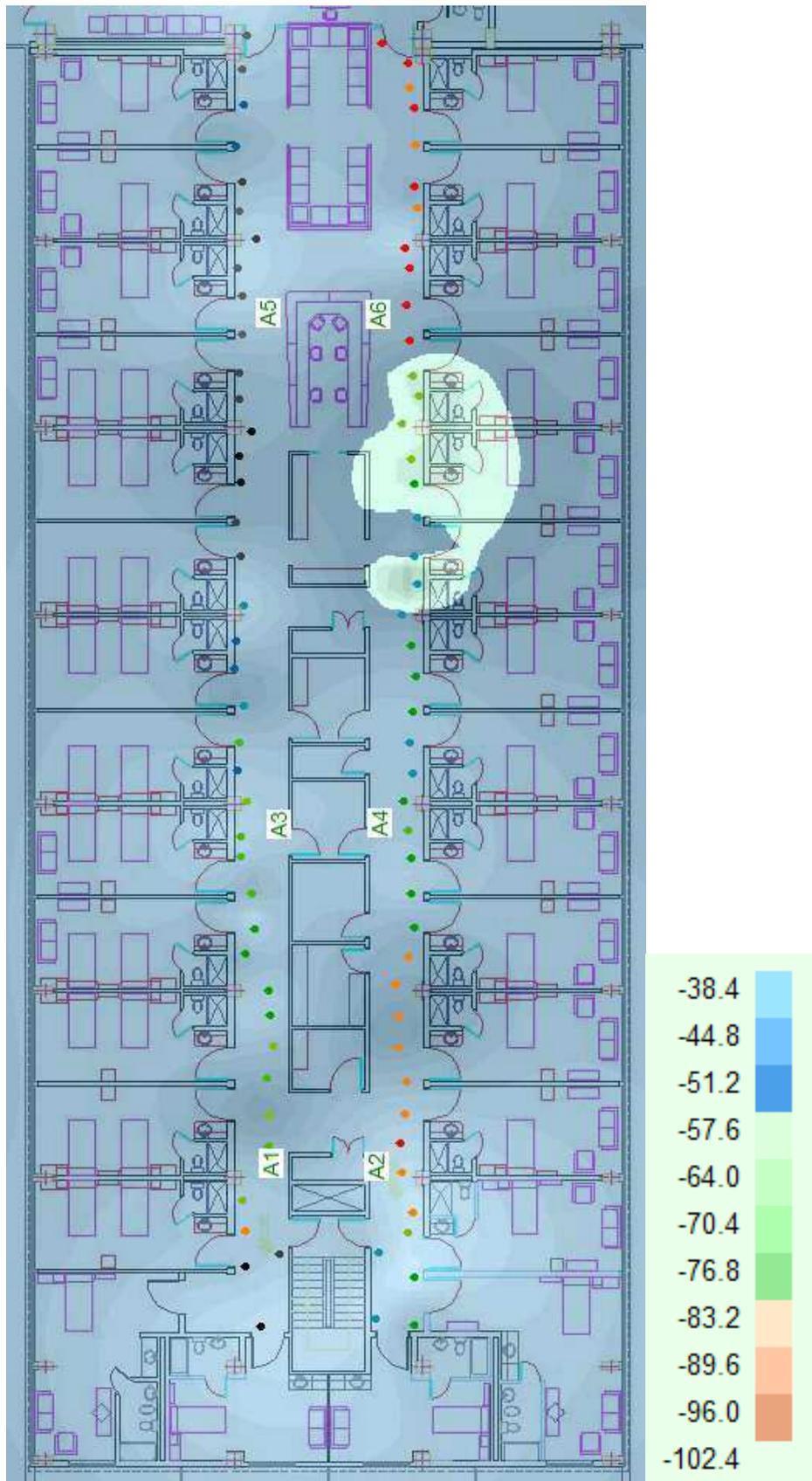


Figura 2-10 Survey Hospitalización H2

En los survey activos se puede observar en la Figura 2-8, Figura 2-9 y Figura 2-10, que la ubicación y número de los equipos cubren toda el área de hospitalización de los tres pisos. También se puede observar que la ubicación de los Access Points se da en la parte media y ningún ase encuentra dentro de las habitaciones.

El resto del *Hospital* no posee ninguna red de la institución y las únicas señales captadas son las de aquellos equipos de edificios cercanos, pero las mismas son muy débiles para establecer una conexión. En todas estas áreas se realizó un survey pasivo⁴⁴ para verificar que otras redes inalámbricas existen en estas áreas las, cuales podrían causar interferencia o saturar canales.

Para el piso subsuelo que es el más amplio de todos y se extiende por la parte inferior de *Hospitalización*, las redes detectadas únicamente son las del área de *Hospitalización* y las de los edificios cercanos por los contornos del edificio pero de manera muy débil. Las redes detectadas se observan en la Tabla 2-14.

SSID	Canal	Potencia máxima (mW/dbm)	Seguridad	Modo
Pacientes	1	3,54 / -64	Abierta	Infraestructura
Setup	1	$1,58 \times 10^{-10}$ / -98	Abierta	Ad-Hoc
Matrizchorrera	1	$2,95 \times 10^{-11}$ / -105	Abierta	Infraestructura
PUNTONET CASAS	LAS 7	$3,38 \times 10^{-9}$ / -84	Abierta	Infraestructura

Tabla 2-14 Redes captadas por el survey pasivo en el piso Subsuelo

La potencia de estas redes es muy baja debido a que se captan únicamente por los extremos en las áreas de las puertas ya que la construcción de este piso es de paredes de ladrillo casi sin ventanas. Esto se puede observar en la Figura 2-11.

⁴⁴ Survey Pasivo: Es un análisis de las redes inalámbricas existentes en la zona observando su potencia.

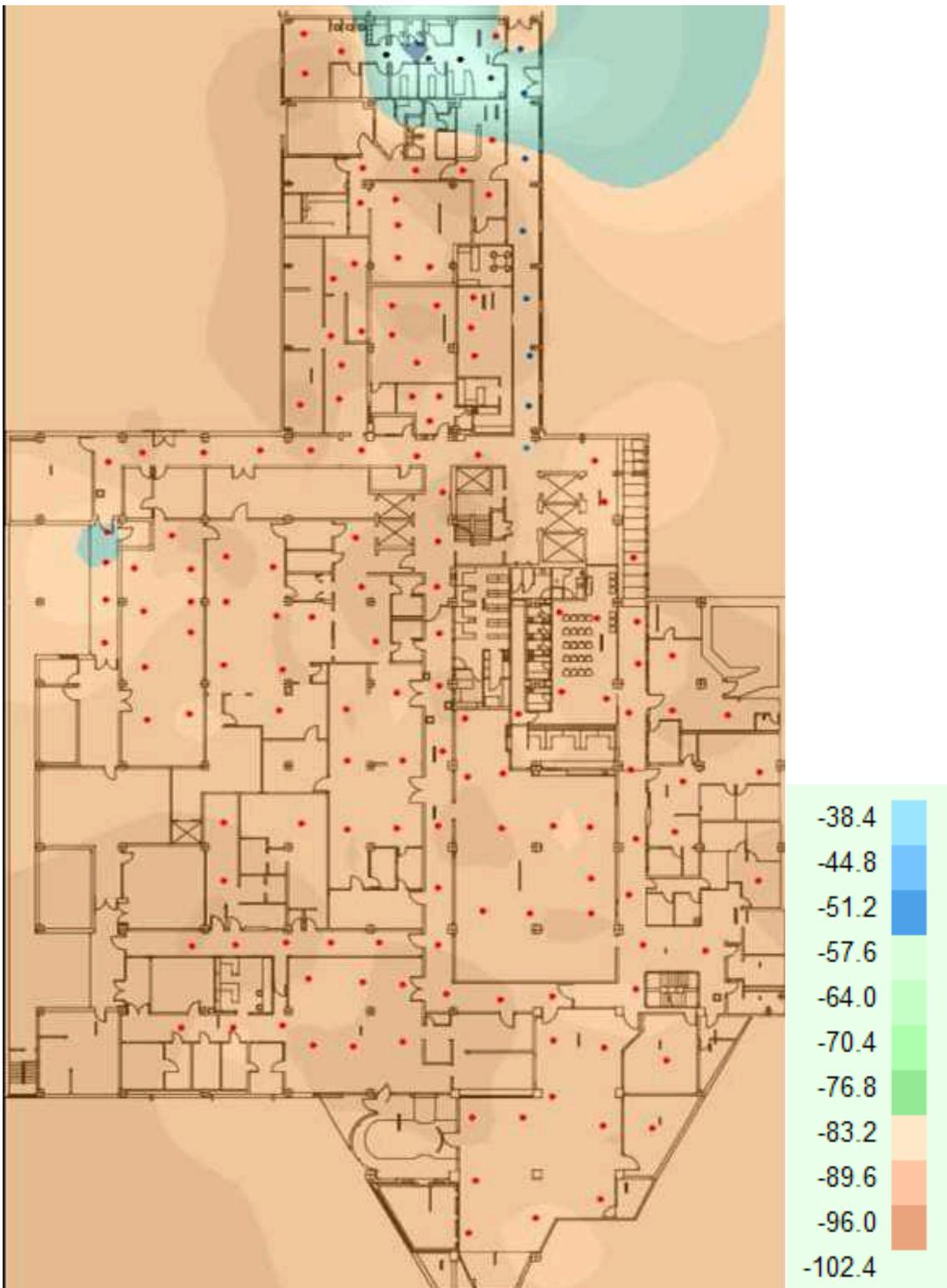


Figura 2-11 Survey pasivo Subsuselo

En el caso del piso Planta Baja, es el único que posee acceso a un piso de *Hospitalización* directamente y sin bloqueo de ninguna pared. Esto causa que en las áreas cercanas a *Hospitalización* se detecte la señal de la red inalámbrica de Pacientes.

Otras redes que se detectan en la Planta Baja son las de los edificios cercanos en las áreas de recepción y emergencia, dado que poseen grandes ventanales y puertas de vidrio que permiten captar estas señales pero con muy poca potencia. Toda el área interior del piso está compuesta con paredes de ladrillo lo que impide que la señal de la red pacientes sea captada. Las redes captadas en el survey pasivo se muestran en la Tabla 2-15.

SSID	Canal	Potencia máxima (mW/dbm)	Seguridad	Modo
Pacientes	1	$3,63 \times 10^{-7} / -64$	Abierta	Infraestructura
Pacientes	6	$1,67 \times 10^{-6} / -57$	Abierta	Infraestructura
Pacientes	11	$3,54 \times 10^{-6} / -54$	Abierta	Infraestructura
wfss09	11	$2,81 \times 10^{-9} / -85$	WPA	Infraestructura
PUNTONET LAS CASAS2	1	$1,69 \times 10^{-10} / -97$	Abierta	Infraestructura
Matrizchorrera	1	$4,67 \times 10^{-11} / -103$	Abierta	Infraestructura
PUNTONET LAS CASAS	7	$1,17 \times 10^{-10} / -99$	Abierta	Infraestructura

Tabla 2-15 Redes captadas por el survey pasivo en el piso Planta Baja

Como se observa en la Tabla 2-15 la red PACIENTES posee 3 canales diferentes, debido a que los diferentes Access Points se les asigna automáticamente un canal diferente los que se captan por la cercanía del piso de *Hospitalización* Planta Baja. La potencia de la señal recibida por la red "Pacientes" se puede observar en la Figura 2-12.



Figura 2-12 Survey pasivo Planta Baja

En el survey pasivo realizado en el piso C1 se puede observar que se captan las redes inalámbricas de la Tabla 2-16.

SSID	Canal	Potencia máxima (mW/dbm)	Seguridad	Modo
Pulmon	6	$1,25 \times 10^{-10} / -98$	WPA2	Infraestructura
Imperiouio	6	$5,01 \times 10^{-9} / -83$	Abierta	Infraestructura
wfss09	11	$1,58 \times 10^{-9} / -88$	WPA	Infraestructura
Wireless	1	$7,94 \times 10^{-9} / -81$	Abierta	Ad-Hoc
Pacientes	1	$1 \times 10^{-9} / -90$	Abierta	Infraestructura
Matrizchorrera	1	$1 \times 10^{-8} / -80$	Abierta	Infraestructura
PUNTONET LAS CASAS	7	$1,99 \times 10^{-9} / -87$	Abierta	Infraestructura
CMAC	8	$2,51 \times 10^{-9} / -86$	WEP	Infraestructura
PUNTONET LAS CASAS2	1	$1 \times 10^{-9} / -90$	Abierta	Infraestructura

Tabla 2-16 Redes captadas por el survey pasivo en el piso C1

Con el survey pasivo se puede observar en la Tabla 2-16 que se capta la señal de la red de pacientes que se encuentra en el área de *Hospitalización*. Otras redes captadas son las pertenecientes a los edificios cercanos, aquí se captan una mayor cantidad de redes debido a que el modelo de construcción es moderno con amplias ventanas de vidrio en los pisos C1 y C2.

Estas redes tienen poca potencia en algunos casos por lo que no se puede establecer una conexión con las mismas, como se observa en la Figura 2-13 los niveles de potencia se encuentran debajo de los -92 dbm.

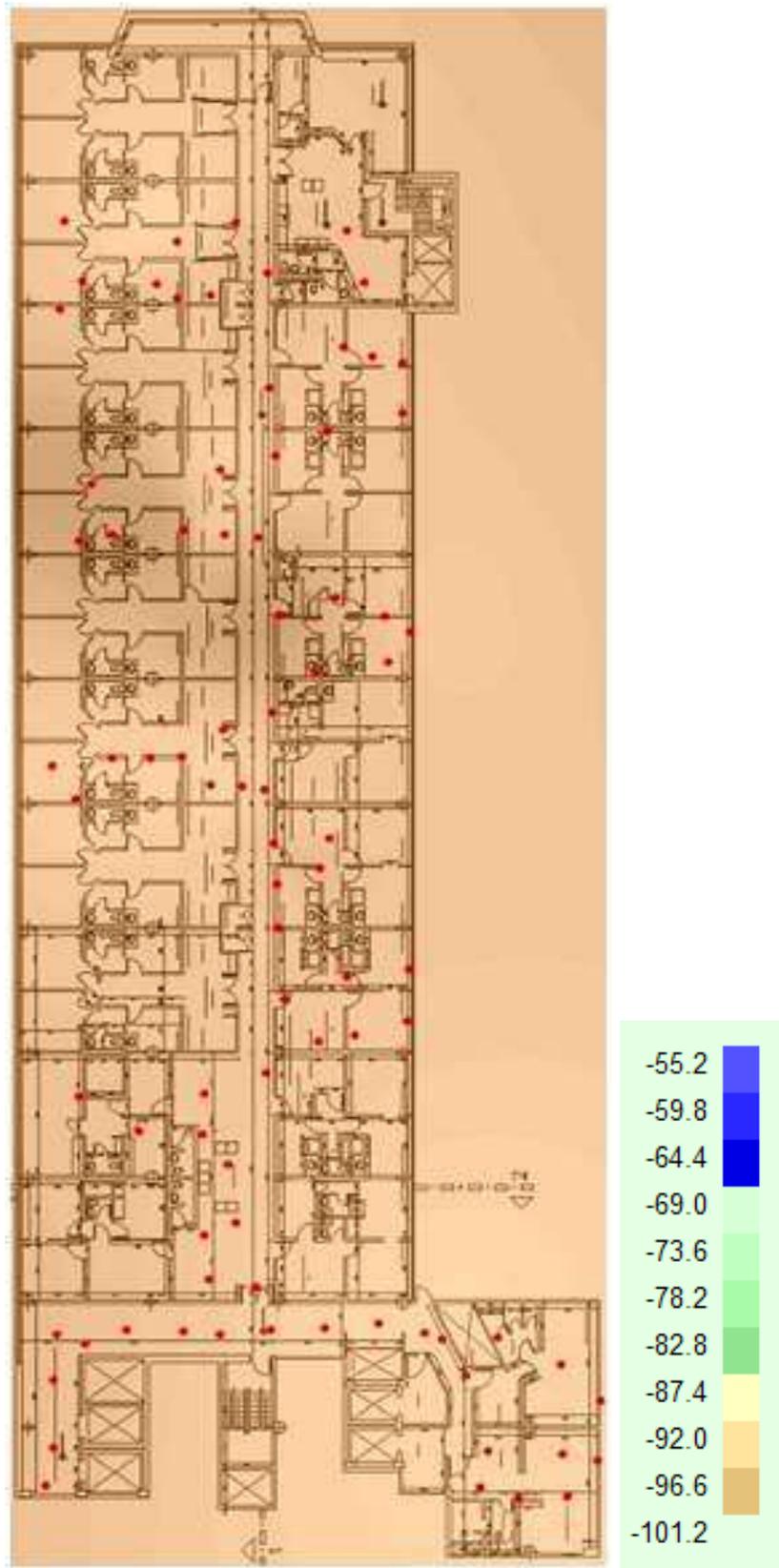


Figura 2-13 Survey pasivo C1

Para el piso C2 el survey pasivo capta algunas redes cercanas de manera similar que en el piso C1, estas redes se muestran en la Tabla 2-17.

SSID	Canal	Potencia máxima (mW/dbm)	Seguridad	Modo
Matrizchorrera	1	$3,16 \times 10^{-9} / -85$	Abierta	Infraestructura
PUNTONET LAS CASAS	7	$2,51 \times 10^{-9} / -86$	Abierta	Infraestructura
CMAC	8	$2,51 \times 10^{-9} / -86$	WEP	Infraestructura
Wireless	1	$1 \times 10^{-9} / -90$	Abierta	Ad-Hoc
HM-C1	6	$3,16 \times 10^{-7} / -65$	WPA2	Infraestructura
wfss09	11	$3,98 \times 10^{-9} / -84$	WPA	Infraestructura
Imperiuio	6	$6,31 \times 10^{-9} / -82$	Abierta	Infraestructura
JCCV	4	$1,26 \times 10^{-10} / -99$	WPA	Infraestructura
CMMP3_2	1	$1,26 \times 10^{-10} / -99$	Abierta	Infraestructura
sec-gran	5	$1,26 \times 10^{-10} / -99$	Abierta	Infraestructura
Pacientes	11	$6,31 \times 10^{-9} / -82$	Abierta	Infraestructura
Hpsetup	9	$1,25 \times 10^{-9} / -89$	Abierta	Ad-hoc
Trade	3	$1,26 \times 10^{-10} / -99$	Abierta	Infraestructura

Tabla 2-17 Redes captadas por el survey pasivo en el piso C2

Como se puede observar en la Tabla 2-17 se capta la señal de la red pacientes de *Hospitalización*. A pesar de existir algunas redes la potencia con la cual son captadas es muy baja como se muestra en la Figura 2-14, motivo por el cual no se puede mantener una conexión estable con ninguna.

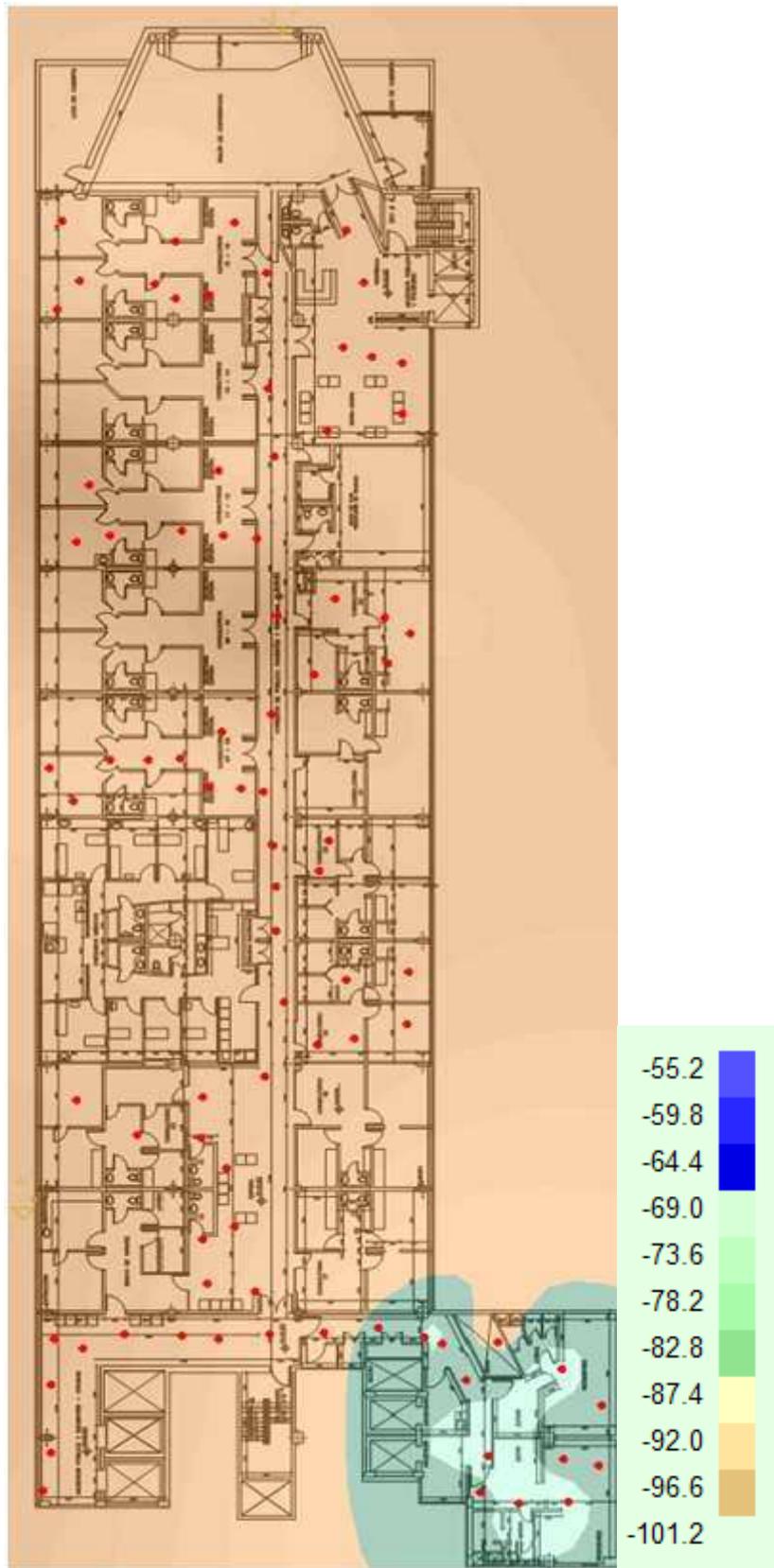


Figura 2-14 Survey pasivo C2

En la Figura 2-14 se puede observar que en la parte inferior derecha existe un área con potencia cercana a -65 dbm, pero esta potencia no es suficiente para establecer una conexión y pertenece a la red HM-C1. Esta red es propiedad de los médicos internos que ubicaron un equipo inalámbrico por su cuenta en esta área.

Al ser las paredes de ladrillo con puertas de metal, potencia de este equipo es muy débil y apenas llega a cubrir esta área. Para la red captada Wireless no se observa ningún área de cobertura por lo que la misma parece ser de una laptop perteneciente a un médico que se encuentra con esta configuración.

2.7 ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD

En vista que la institución presta servicio en el campo médico no posee mucho interés en los aspectos informáticos por lo que se utilizan las opciones que cumplan con los requerimientos mínimos para su funcionamiento y sea fácil de dar mantenimiento a la red, tomando esto como una política empresarial. A continuación se detalla los métodos de seguridad ya existentes en la institución.

2.7.1 RED INALÁMBRICA

La institución posee equipos de red los de marca 3COM, los cuales brindan una solución para la seguridad y administración de la red por sus capacidades.

Al estar compuesta la red por antenas “3COM Wireless 7760 11a/b/g PoE Access Point WL-561” se utiliza un equipo con sistema de gestión propietario con función de Controlador de Wireless LAN, este equipo es de modelo “3COM Wireless LAN Controller WX5002”, el cual cumple con los requisitos de la institución de seguridad y administración, además de garantizar escalabilidad.

Con este equipo se cubre la necesidad de poder administrar la red inalámbrica con una simple configuración. Esto debido a que la función del “Wireless LAN Controller WX5002” es la de tomar el control completo de las antenas inalámbricas, siendo el equipo el responsable de manejar configuraciones y accesos. Esto convierte a las antenas en solo una extensión del sistema que se observa en la Figura 2-15.

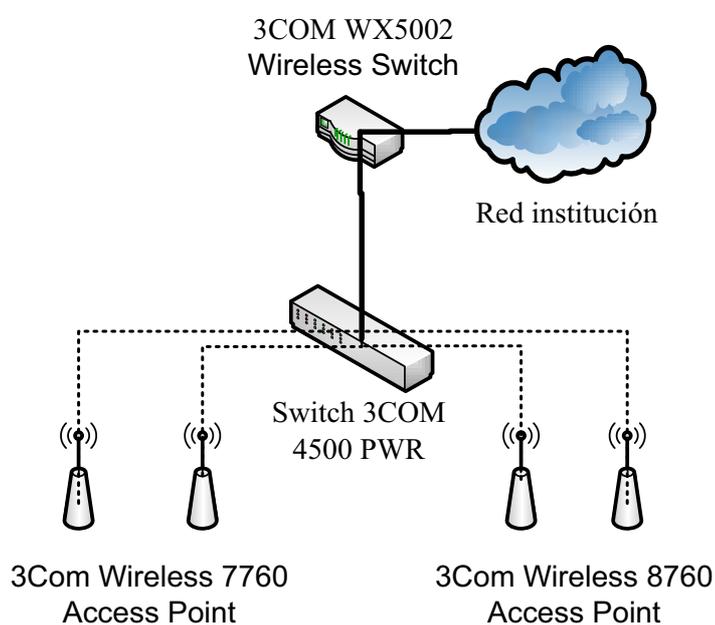


Figura 2-15 Conexión equipo “Wireless LAN Controller WX5002”

La principal desventaja de este sistema es su forma de administración centralizada ya que al existir alguna falla con este equipo “Wireless LAN Controller WX5002” toda la red inalámbrica colapsa y deja de funcionar lo que ha sucedido en varias ocasiones.

Otra desventaja es la poca utilización de los recursos del mismo, ya se encuentra sobre dimensionado en cuanto a sus capacidades, con la posibilidad de prestar más servicios con un número mayor de equipos.

2.7.2 RED CABLEADA

El resto de la red cableada no posee ningún sistema de administración centralizada tan avanzado, la verificación de su funcionalidad es mediante un software de prueba de la marca 3COM cuyo nombre es “3COM NETWORK DIRECTOR” el cual permite visualizar de manera gráfica el estado actual de los equipos de esta marca conectados a la red.

Actualmente la funcionalidad de este software es únicamente para la gestión de fallos, en el aspecto de ubicación del fallo de un equipo específico y su respectivo estado ya sea dañado o inaccesible como se observa en la Figura 2-16, aquí los equipos que funcionan correctamente están en verde y aquellos que poseen algún daño se encuentran en amarillo o rojo. El resto de funcionalidades no se han explorado por completo debido a que es únicamente una versión de prueba, por lo que no se dió ningún curso de utilización al administrador de la red y no conoce su funcionamiento por completo.

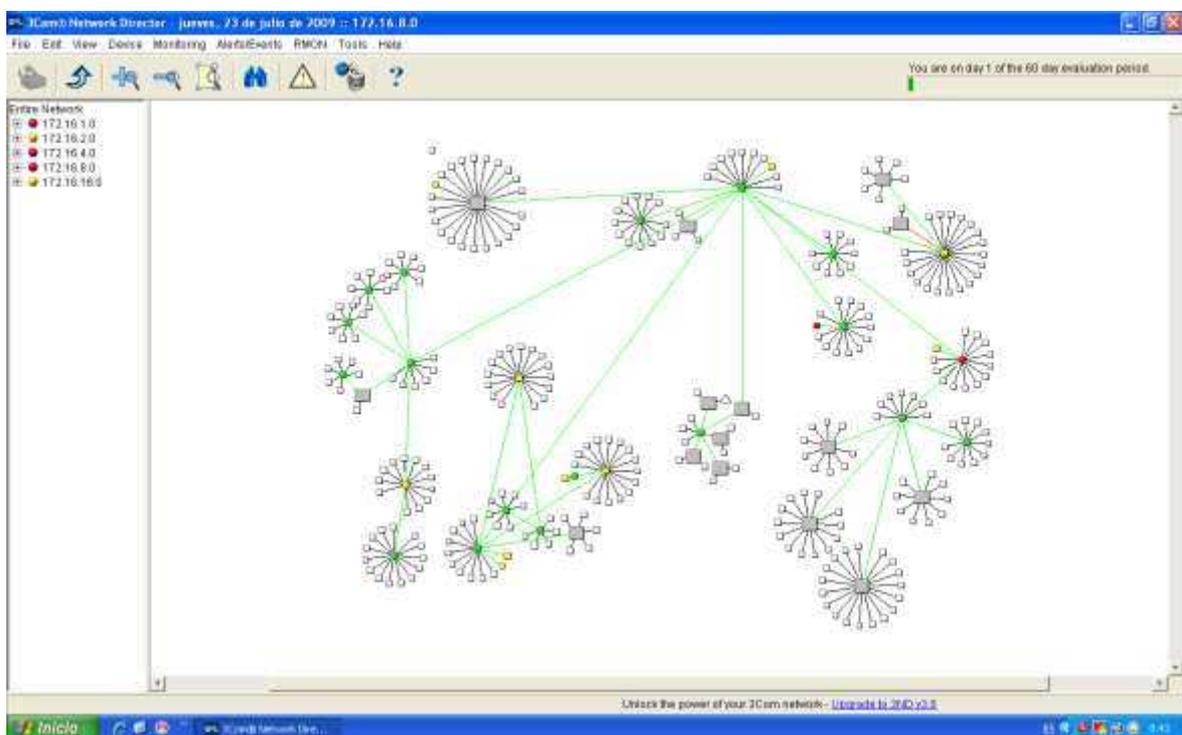


Figura 2-16 Imagen gestión red cableada del programa 3COM Network Director

2.7.3 INTERNET

Para el aspecto del acceso de la institución con el Internet, se tomaron en cuenta varias seguridades para su control. Estas son dadas por dos equipos que cumplen con las funciones de IPS y FIREWALL.

En cuanto al IPS se utiliza un equipo de marca Tipping Point, el cual filtra y previene los ataques externos hacia el interior. Además este equipo filtra varios programas de comunicación P2P tal como Ares, Bitcomet, Emule, etc.

El equipo designado para funcionar de firewall es un KYPUS con capacidad de 500 usuarios, el cual posee una interfaz gráfica que además realiza control por usuarios, puertos, aplicaciones, páginas, grupos y formatos de archivos. Esta configuración de equipos para la conexión a Internet se observa en la Figura 2-17.

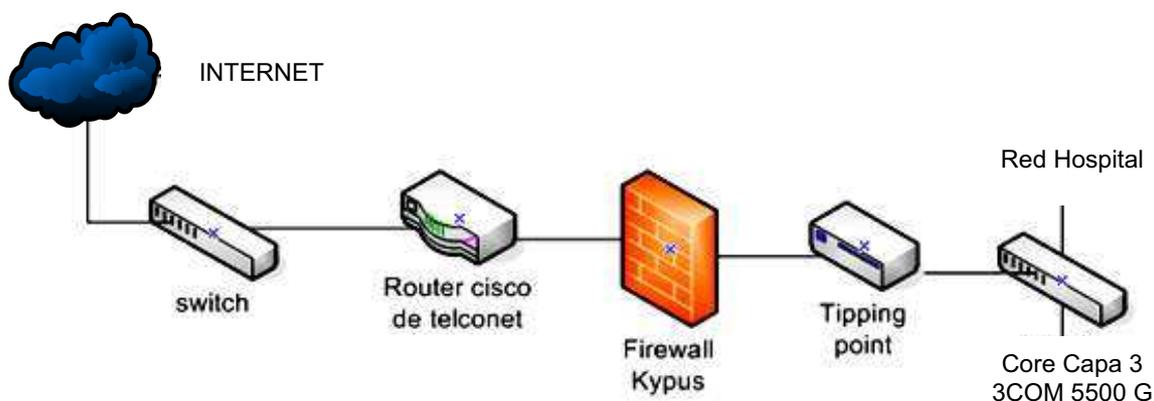


Figura 2-17 Conexión de Internet para la institución

Para el Internet en el segmento Pacientes se utiliza el equipo ANTAMEDIA como se explica en el Subcapítulo 2.3.3, pero de igual manera este se equipo se controla por el firewall KYPUS en relación con los permisos de acceso.

2.8 ÁREAS CON EQUIPOS MÉDICOS ELÉCTRICOS

El *Hospital Metropolitano* de Quito posee varias áreas que poseen equipos médicos eléctricos, las cuales se encuentran en zonas que se tienen previsto implementar una red de datos inalámbrica.

Las áreas de mayor concentración de equipos médicos eléctricos se encuentran en la Planta Baja y el subsuelo en el área sur. Otra área con equipos médicos está ubicada en las Torres Médicas en la Planta Baja.

En la Planta Baja en el edificio del *Hospital* se encuentran equipos médicos eléctricos en el área de quirófanos en donde se encuentran varios equipos de tecnología avanzada los cuales son de varios tipos. Otra área con gran cantidad de equipos médicos eléctricos es el área de imagen en donde se encuentran los siguientes equipos:

- Philips Angio Integris V3000
- General Electric CT Light Speed VCT 64
- General Electric Rayos X Revolution XRD
- General Electric Ultra Sonido Cardio Vivid 7
- General Electric Ultra Sonido Voluson E8
- Philips Ultrasonido iE33

Con respecto al subsuelo aquí se encuentran dos zonas problemáticas por la cantidad de equipos médicos eléctricos existentes las cuales son las áreas de laboratorio y resonancia. Un equipo a tomar en cuenta también es un sistema de ultrasonido portátil Terason t3000 que se utiliza en los quirófanos.

En el área de Laboratorio existen varios tipos de equipos médicos eléctricos los cuales analizan muestras médicas de sangre, orina, etc. Los equipos de esta zona son de marca Hitachi proveídos por Roche. Entre estos equipos de esta área se encuentran:

- Cobas 6000 analyzer series.
- Cobas C311.
- Cobas U 411.
- Cobas e 411.
- Elecsys 2010.
- Sysmex UF-1000i.
- Hitachi Automan 917.

En relación a la segunda zona está compuesta por equipos de *resonancia electromagnética* en la cual existen únicamente 2 equipos especializados los cuales son:

- Philips Intera MRI 1.5 Teslas.
- Philips Intera MRI 3.0 Teslas.

Para finalizar en la última área ubicada en el edificio de las Torres Médicas en la planta baja está ubicado un nuevo centro de cáncer en el área de *Aesculapios* con equipos médicos eléctricos con función para la detección del cáncer y su respectivo tratamiento siendo el área más sensible por lo especializado de los equipos y el costo de los mismos.

Esta área se encuentra en las Torres Médicas las cuales no son propiedad del *Hospital Metropolitano*, pero se poseen varios equipos pertenecientes a la institución. Los equipos existentes en esta área son:

- General Electric CT Light Speed 16 (en conjunto con el acelerador lineal).
- General Electric Ultrasonido Voluson E8.
- Siemens Oncor Impression PLUS.

2.9 REQUERIMIENTOS A DISEÑAR

Para determinar los requerimientos del proyecto se analizaron las diferentes técnicas de investigación que son: encuesta, entrevista, técnica de observación, experimentación y focus group.

En relación con los métodos de la encuesta y la entrevista no son necesarios para el proyecto, debido a que la institución ya conoce sobre la necesidad de un sistema de internet por las sugerencias presentadas a la institución. Los métodos de experimentación y observación no son la mejor opción, debido a que de esta manera solo se tendría una suposición de los requerimientos de la institución.

En este proyecto se utilizará la técnica de investigación FOCUS GROUP⁴⁵. Esta técnica se escogió debido a que los interesados directamente en este proyecto son los gerentes a cargo de las áreas de sistemas, ingeniería y financiero a quienes les interesa las normativas aplicadas en la institución, por lo que se mantuvo grupos de discusión con sus respectivos gerentes.

No solo se requirió analizar el proyecto con los gerentes sino también con los representantes de las empresas que venden al *Hospital*, los equipos médicos y las empresas que realizaron la instalación de la red inalámbrica existente en la actualidad. En la Figura 2-18 se pueden observar las personas que tienen interés en el proyecto.

⁴⁵ Focus group: Técnica de estudio que consiste en la reunión de un grupo de personas con un moderador encargado de hacer las preguntas y dirigir la discusión.

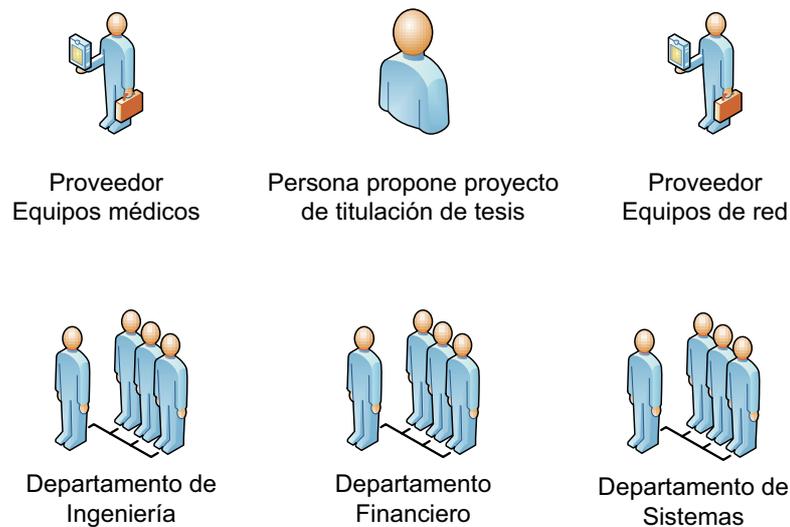


Figura 2-18 Personal interesado en la realización del proyecto

Las primeras sesiones realizadas fueron con respecto a la presentación del proyecto al departamento de sistemas del *Hospital Metropolitano* cuyos representantes fueron el gerente del departamento de sistemas Roberto Montenegro y el administrador de redes Juan Calderón por ser las personas con interés en este proyecto.

En la primera reunión se discutieron los siguientes puntos:

- Presentación de la idea sobre el diseño de una red inalámbrica que no cause interferencia a los equipos médicos.
- Posibles daños a los equipos médicos eléctricos que pueden presentarse si el análisis no se realiza.
- Ventajas de la existencia de una red inalámbrica en toda el área del *Hospital*.

De esta reunión se consigue la aprobación para la realización del proyecto por parte del departamento de sistemas de la institución. Un aspecto que se revisó fue la petición de tratar el tema con el departamento de ingeniería, que es el encargado de los equipos médicos y con los representantes de General Electric y 3COM sobre los requerimientos de los equipos.

Dado que el tema se relacionaba con varios departamentos y empresas se lo separó en tres grupos para la determinación de los requerimientos: requerimientos del negocio, requerimientos de los usuarios y requerimientos operacionales.

2.9.1 REQUERIMIENTOS DEL NEGOCIO

El *Hospital Metropolitano* es una institución dedicada a la salud por lo que su preocupación es mantener el correcto funcionamiento los equipos médicos que posee y prestar a los usuarios los mejores servicios tecnológicos posibles en el ámbito de la salud y la atención al cliente.

Por este motivo cualquier proyecto debe estar relacionado con el beneficio del negocio y debe lograrse con la menor inversión posible verificando que se aplique la tecnología necesaria sin tener desperdicios de recursos ni gastos innecesarios.

La institución desea que este servicio de red inalámbrica cubra toda el área del Edificio del *Hospital* a excepción de los consultorios debido a que ellos poseen en cada uno su propio servicio de Internet cableado contratado, pero si debe de poseer conexión los pasillos y las salas de espera de estos pisos de consultorios.

Otra área que se le debe prestar servicio es la ubicada en los edificios de *Meditrópoli* que se le conoce como *Aesculapios* y el Centro de Cáncer debido a que pertenece a la institución.

Al exponer los requerimientos de la institución se puede ver que su principal interés tecnológico es el poder aplicar cualquier tipo de nuevo proyecto sobre esta red inalámbrica, además de poder continuar con el desarrollo de nuevos proyectos que se piensan implementar manteniendo un alto nivel de compatibilidad.

Entre estos proyectos son el de ampliar el servicio de Internet inalámbrico a toda el área del *Hospital*, la conexión de equipos PDA con la base de datos de los pacientes y el servicio de Voz sobre IP. Se debe tomar en cuenta que todos estos equipos trabajan con tecnología WiFi.

Debido a que todos estos servicios se dan por WiFi, en especial el servicio de Internet para los clientes, el principal requerimiento por parte del departamento de sistemas es mantener este estándar de comunicación inalámbrica en el diseño de la nueva red.

En la reunión con los técnicos de las empresas que distribuyen los equipos médicos para la institución, se identificó que su principal preocupación son los equipos ubicados en el área de laboratorio, la cual es la mayor concentración de los mismos y se ubican los más costosos y especializados.

Estos equipos no pueden modificarse, moverse hacia una nueva ubicación o cambiarse por unos más nuevos, por lo que cualquier modificación debe realizarse en el diseño de la nueva red inalámbrica.

Al ser una institución que busca alcanzar estándares internacionales en la reunión con los representantes del departamento de ingeniería cuyo gerente es el Ingeniero Patricio Álvarez, se pidió el seguir un estándar internacional que brinde la seguridad necesaria para los equipos médicos.

Otro requerimiento por parte del *Hospital* es el de presentar recomendaciones viables a ser aplicadas en la institución con los análisis necesarios para justificarlos en relación a su posible implementación. Se debe tomar en cuenta que las recomendaciones no deben ser las mejores y más costosas ya que no lo aprobaría el departamento financiero; sino deben ser las necesarias para conseguir los objetivos del proyecto sin sobredimensionar las necesidades del mismo.

También se debe de tener en cuenta en el diseño los posibles proyectos a implementarse en el futuro; tal como son la historia clínica electrónica⁴⁶, telefonía IP inalámbrica y el posible cambio de red cableada por la red inalámbrica para la conexión de los equipos de la institución.

2.9.2 REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS

Para la recolección de estos datos se utilizó de igual manera la técnica de focus group, para la muestra se preguntó a los encargados de las áreas ya que poseían la información de los usuarios y el uso que dan a los diferentes servicios. A estos representantes se les realizó las siguientes preguntas:

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?
- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?
- ¿Con respecto a estos servicios, cuáles serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Los resultados de esta encuesta a los encargados de las diferentes áreas se observa en los ANEXO D, con estos resultados se determinan los usuarios que ocuparán la nueva red diseñada y los equipos médicos existentes; para este proyecto se los dividió en tres grupos:

El primero está formado por los pacientes del *Hospital* que buscan una manera rápida y sencilla de conexión a Internet que sea compatible con los equipos que poseen que para la institución son los celulares y Laptops que poseen para conectarse a Internet mediante WiFi.

⁴⁶ Historia clínica electrónica: Método hospitalario para el ingreso de pacientes que consiste en reemplazar los archivos físicos en papel por digitales, para esto el ingreso de datos y consulta se realizan mediante equipos portátiles como lo son PDAs.

Los miembros del segundo grupo comprenden las empresas externas al *Hospital* que utilizan la red para realizar varios proyectos que se desean implementar y necesitan una red fiable que cumpla con estándares internacionales para su mejor compatibilidad entre dispositivos.

Por último el tercer grupo de usuarios comprenden aquellos ubicados en las áreas donde se encuentran los equipos médicos eléctricos y trabajan con ellos, ya que estos necesitan que en lo posible no exista ninguna interferencia para así obtener resultados más exactos y confiables.

2.9.3 REQUERIMIENTOS OPERACIONALES

En el caso del ámbito operacional se debe tomar en cuenta que al momento que se encuentre funcional la nueva red inalámbrica, ésta estará a cargo del departamento de sistemas y de su administrador de red, quien deberá dar mantenimiento y realizar seguimiento de su funcionalidad.

Por todo esto fue el departamento de sistemas quien pidió que se brinde una opción para la gestión de la red inalámbrica que sea de tipo centralizada para ser manejada por el administrador de red y de preferencia con un software especializado.

Ya que se va a presentar esta opción de método de gestión de red se necesita que sea compatible con los equipos a utilizar y los existentes para que únicamente se utilice un solo método de gestión centralizado para toda la red inalámbrica en lo posible como se observa en la Figura 2-19.

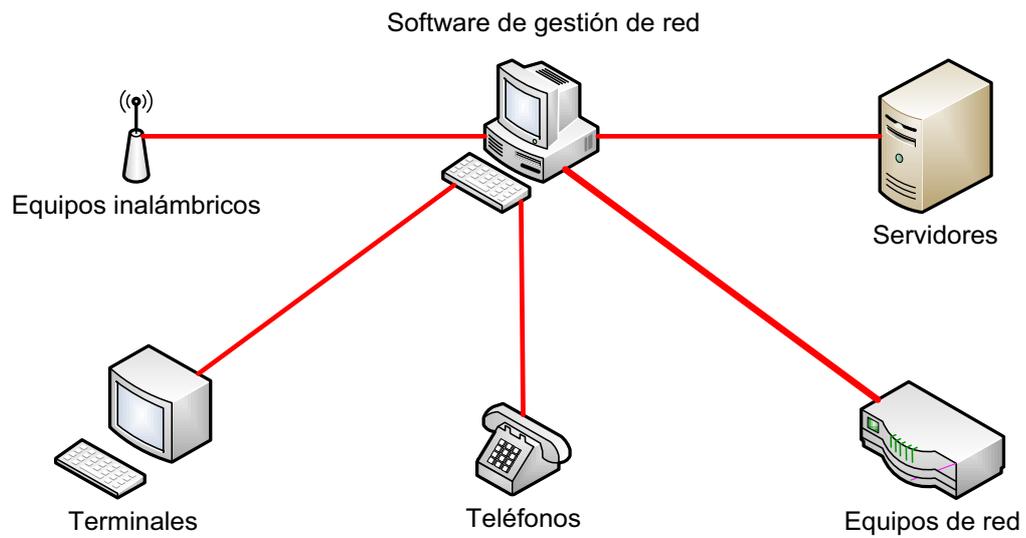


Figura 2-19 Esquema del posible sistema de gestión

Como existen proyectos para en un futuro ampliar o redistribuir las subredes; esta red inalámbrica debe estar capacitada de funcionar con VLANs y que se puedan agregar nuevas o modificar las existentes en un futuro.

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DE LA RED ^{[F1][W7] [T1][T2][T3]}

Para la realización del diseño de la red inalámbrica se toma en cuenta que la prioridad es la implementación del estándar y cumplir con los requerimientos del mismo, para garantizar la compatibilidad electromagnética entre los equipos inalámbricos y los equipos médicos eléctricos.

Lo primero a realizar es un listado de las áreas a las cuales se va implementar el servicio de red inalámbrica y un estudio de la atenuación existente por parte de los elementos que se encuentran en las áreas a examinar. Como siguiente paso se realizará la selección del estándar a utilizar en el proyecto.

Luego de realizados estos análisis se realiza un análisis de tráfico que soportará la red inalámbrica, con estos datos obtenidos se determinará el número de usuarios que soportará el sistema y el número de Access Points necesarios para cumplir con los requerimientos del proyecto.

A continuación se determina cuales son los equipos Access Points a utilizar, debido que el estándar pide los valores de potencia de los mismos para determinar la distancia de seguridad para ubicar los Access Points. Si no se escoge en este punto los modelos de equipos a utilizar, no se podrá determinar la posición de los mismos.

Un paso importante en este diseño es el determinar las áreas de cobertura y excepción, esto debido a que el estándar determina áreas en las cuales no deben de colocarse equipos de emisión de radio frecuencia. Para determinar estas zonas de exclusión se aplicará los cálculos requeridos por el estándar IEC 60601-1-2, estos cálculos se realizarán para cada equipo médico eléctrico que determiné el estándar o puede sufrir daño alguno.

Por último se realizará la configuración de los equipos y se realizarán las pruebas necesarias, para determinar que con las recomendaciones del estándar no existe ningún tipo de interferencia entre los equipos médicos eléctricos y los Access Points.

Sobre las áreas para realizar el diseño como se explicó en el Subcapítulo 2.9.1 el área en la que debe existir la red inalámbrica comprende al edificio del *Hospital Metropolitano* y el área de *Aesculapios*, ubicada en el edificio *Meditrópoli* en la planta baja y el subsuelo. La forma en que actualmente está distribuido el edificio del *Hospital* es la siguiente:

Piso Consultorios 2

- Sala de Espera.
- Consultorios Médicos.
- Auditorio.

Piso Consultorios 1

- Sala de Espera.
- Consultorios Médicos.

Piso Subsuelo

- Departamento de Sistemas.
- Departamento de Recursos Humanos.
- Dietética y comedor.
- Laboratorio.
- Baños.
- Bodega.
- Seguridad.
- Departamento de Ingeniería.
- Archivo.

- Resonancia Magnética.
- Patología.
- Morgue.
- Lavandería.
- Baños.

Piso Planta Baja

- Cajas.
- Recepción.
- Imagen.
- Emergencia.
- Capilla.
- Quirófanos.
- Neonatología.
- Cuidados intensivos.
- Quirófanos.
- Neonatología.
- Admisiones.

Piso *Hospitalización 1*

- Recepción.
- Habitaciones.
- Cuartos de equipos médicos.

Piso *Hospitalización 2*

- Recepción.
- Habitaciones.
- Cuartos de equipos médicos.

En el edificio *Meditrópoli* en la Planta Baja se encuentran las áreas:

- *Aesculapios*.
- Centro de cáncer.

3.1 ATENUACIÓN

Para analizar la atenuación de la señal se debe revisar toda la estructura del edificio *Hospital*, la cual en el transcurso de los años ha recibido varias ampliaciones por lo que posee diversos tipos de construcción.

La estructura antigua que comprende la planta baja, el subsuelo y los consultorios está construida con hormigón armado para los pisos y columnas, mientras que las divisiones entre departamentos son de ladrillo. Internamente las subdivisiones de los departamentos son de bloque, madera o vidrio dependiendo del área.

En el mismo edificio las áreas de *Hospitalización* en donde se encuentran las habitaciones de los pacientes están construidas con hormigón armado y poseen divisiones de ladrillo que son muy gruesas, lo cual ya ha presentado problemas anteriormente. La última área ubicada en las *Meditrópoli* posee una construcción de hormigón con divisiones de bloque. En la Tabla 3-1 Tipos de materiales y su atenuación se listan los elementos encontrados en los diversos edificios que podrían causar atenuación especificando el nivel de interferencia.

Material	Ejemplo	Atenuación
Vidrio	Ventanas, puertas y paredes	Baja
Hormigón	Paredes y pisos	Alta
Ladrillo	Paredes	Media
Madera	Puertas, cubículos	Baja
Yeso	Paredes interiores	Baja
Acero	Armarios y ascensores	Muy alta
Aluminio	Armarios	Muy alta
Bloque	Paredes	Media

Tabla 3-1 Tipos de materiales y su atenuación ⁴⁷

⁴⁷ Fuente: <http://www.e-advento.com/redes-inalambricas/interferencia-y-atenuacion>

Debido a estos elementos de construcción es necesaria una mayor cantidad de Access Points para poder dar el servicio en estas áreas.

3.2 SELECCIÓN DEL ESTÁNDAR ^{[F1][P1][P2]}

Para seleccionar el estándar a utilizar se debe de tomar en cuenta la velocidad de transmisión que se desea tener, al igual que el número de usuarios que puede soportar cada estándar. Al ser un requisito del proyecto la utilización de WiFi se revisarán los estándares IEEE para comunicaciones inalámbrica.

Entre los estándares existentes como se explicó en el Subcapítulo 1.2 se encuentran: 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n. Las diferencias entre los mismos se pueden observar de manera resumida en Tabla 3-2.

Parámetro	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4, 5 GHz
Ancho de Banda	200 MHz	83,2 MHz	83,2 MHz	83,2MHz- 2,4GHz 200 MHz - 5GHz
Modulación	OFDM	DSSS	OFDM	OFDM
Canales utilizables	8	3	3	2 con MIMO
Ancho de Banda por canal	20 MHz	22 MHz	22 MHz	40 MHz, 20Mhz
Tasa de transmisión máxima	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	300 Mbps
Cobertura interior	30 metros	50 metros	30 metros	70 metros
Cobertura exterior	50 metros	150 metros	50 metros	250 metros
Usuarios simultáneos	64	32	50	32

Tabla 3-2 Comparación estándares 802.11 ^{[W7][W8][W9]}

En la actualidad los equipos que funcionan con el estándar 802.11n ya están en el mercado y trabajan con el estándar ya establecido, el problema es que los equipos de los pacientes no todos son compatibles con este estándar pero sí con 802.11g. Por este motivo debe verificarse que los equipos sean compatibles con el estándar 802.11g.

3.3 ANÁLISIS DE TRÁFICO

Para realizar el análisis de tráfico se debe tomar en cuenta las posibles aplicaciones y usos que se le dará a esta red inalámbrica por parte de los usuarios que tendrán acceso a la misma.

Entre los usuarios existentes se encuentran los siguientes tipos: empleados de la institución con laptops, técnicos de otras empresas, médicos, pacientes del *Hospital* y técnicos del laboratorio. Todos estos usuarios utilizan varias aplicaciones las cuales se analizarán a continuación.

3.3.1 APLICACIONES EMPRESARIALES

Entre las aplicaciones de la institución se encuentran el sistema GEMA y el sistema NAF. GEMA es el sistema hospitalario en el cual se registra toda la información referente al estudio, análisis, y diagnóstico de las diversas enfermedades de los pacientes al igual que su historia clínica. NAF es una aplicación administrativa financiera para el área contable y de gerencias.

Los dos sistemas para su funcionamiento utilizan una conexión con los servidores de bases de datos. En esta conexión solo se transmiten caracteres sin imágenes que se realiza hacia una base de datos Oracle.

Para obtener este valor de consumo de ancho de banda de las aplicaciones se utiliza el software de gestión de red "3COM Network Director". Con este programa se puede monitorear un equipo que posea acceso únicamente a estos dos sistemas, o solo a uno de ellos y obtener el valor consumo de ancho de banda en el instante que utilizan los sistemas. Debido a que la institución no desea revelar la estructura de los programas ni los parámetros de consulta por motivos de seguridad se utilizará esta opción.

En el caso de la aplicación GEMA su mayor utilización se da en las cajas de recepción y al solo tener acceso a esta aplicación son perfectas para obtener la información del tráfico que genera, esto debido a que estos equipos no poseen ningún otro sistema o acceso a internet.

Como se puede observar en la Figura 3-1 el consumo de ancho de banda varía teniendo como máximo los 675 Kbps (circulo blanco), el cual se toma para realizar los cálculos y diseñar con el escenario de mayor consumo. Este valor se obtiene a partir de que el enlace es de 100 Mbps y su utilizations del 0,675% del total.

De igual manera para el sistema NAF se monitorea un equipo ubicado en el área de cartera el cual lo utiliza constantemente, al no tener acceso de Internet ni GEMA se puede obtener un dato realista del trafico generado.

En la Figura 3-2 se puede observar que el consumo al utilizar la aplicación tiene como máximo los 550 Kbps (circulo blanco). Este valor se obtiene a partir de que el enlace es de 100 Mbps y su utilizations del 0,550% del total.

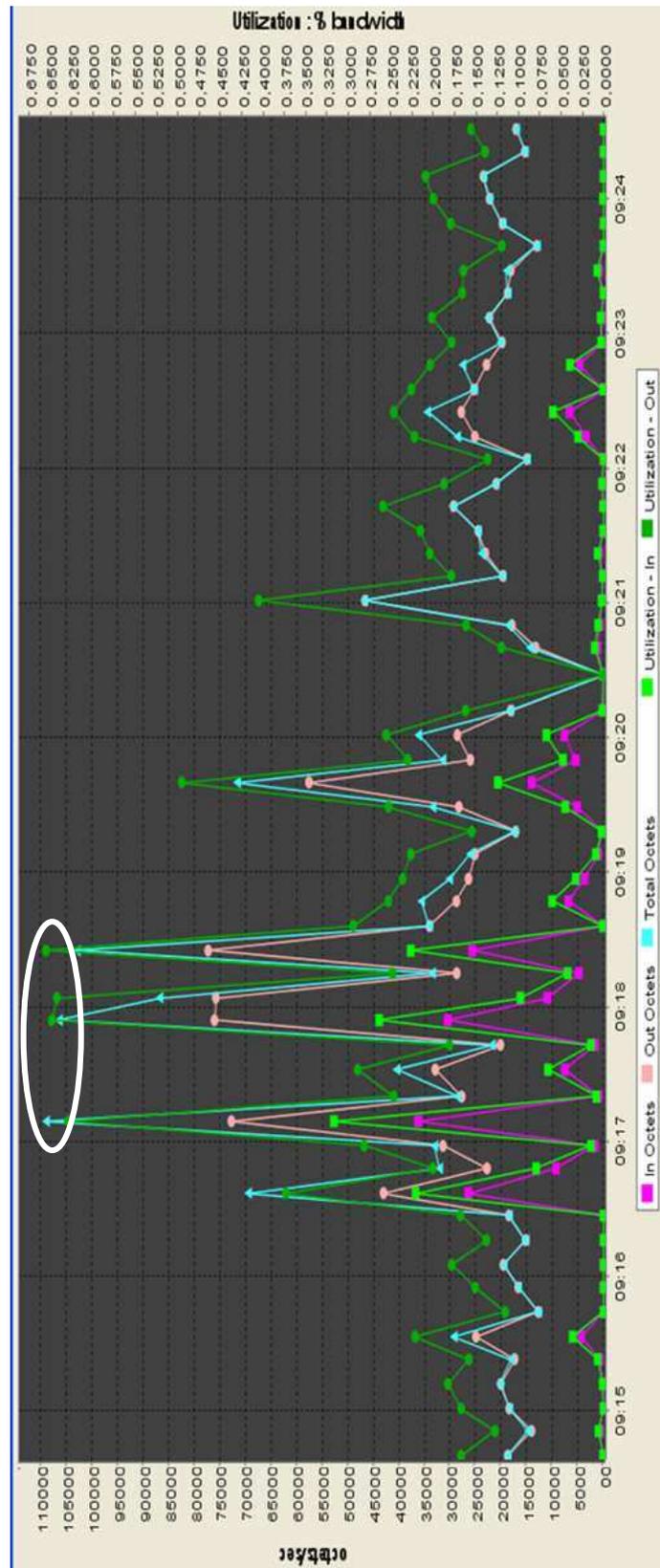


Figura 3-1 Gráfica del programa 3COM Network Director del consumo de Ancho de Banda al utilizar la aplicación GEMA.

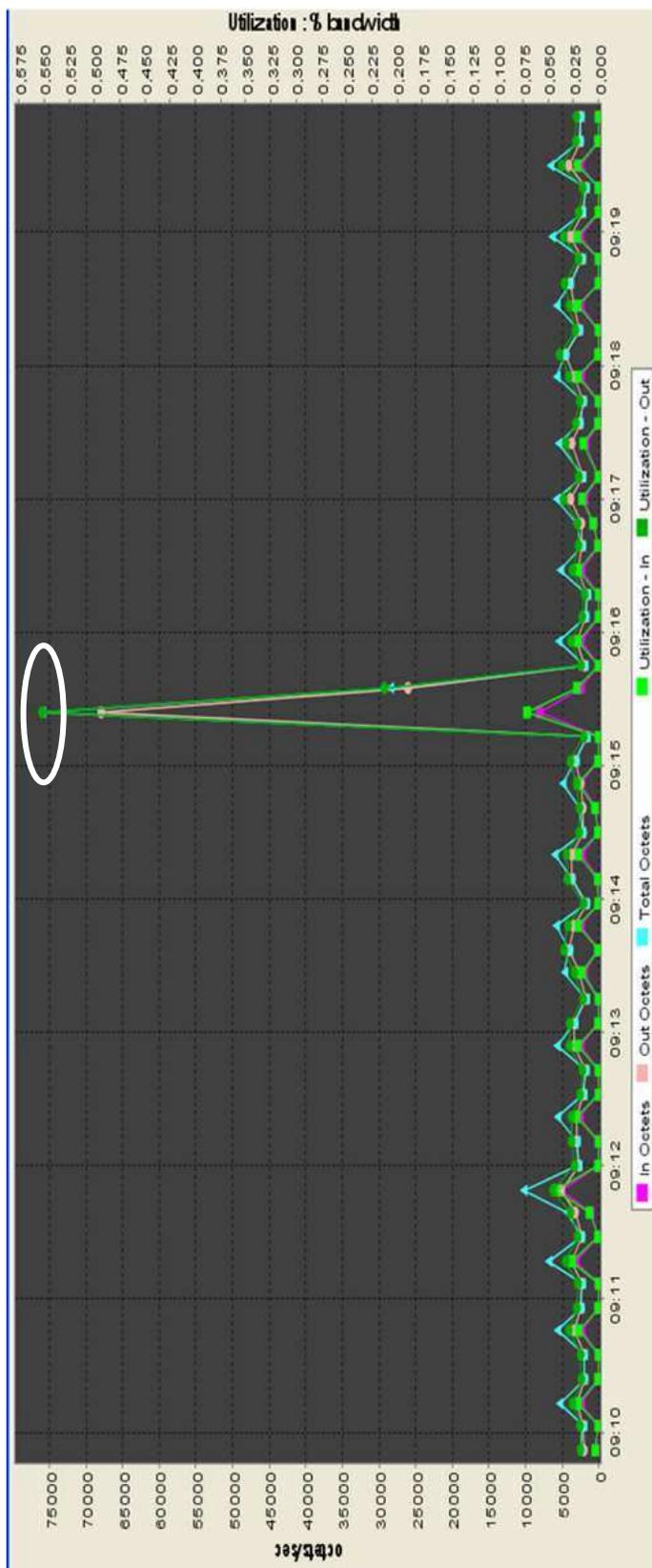


Figura 3-2 Gráfica del programa 3COM Network Director del consumo de Ancho de Banda al utilizar la aplicación NAF.

3.3.2 INTERNET

Con relación al consumo de Internet existen varias restricciones en el uso del mismo con respecto a lo que es la reproducción de videos y audio desde Internet. Entre otras restricciones también se encuentra la prohibición de uso de programas FTP, la descarga de archivos ejecutables, ver videos y el uso de programas P2P⁴⁸.

Debido a ésto el uso de Internet por parte de los usuarios y empleados con permiso se restringe al acceso de páginas web para su visualización por lo que tienen un consumo bajo de ancho de banda. Existen excepciones de uso como son las videoconferencias y descarga de archivos para uso del *Hospital*, pero estos casos son muy raros ya que solo se lo permite a los gerentes de la institución.

Se considera que una página WEB pesa 300 KB ^[W10] en promedio incluyendo gráficos, animaciones y texto. Además se estima que una persona espera máximo 4 segundos⁴⁹ para que se descargue una página web, siendo este un tiempo aceptable de espera para un usuario. Con estos datos se puede definir que una persona necesita el siguiente ancho de banda para su funcionamiento.

$$\text{Consumo internet} = \frac{300 \text{ KB}}{4 \text{ segundos}} = 75 \text{ KBps} = 600 \text{ Kbps}$$

3.3.3 CORREO ELECTRÓNICO

En relación al correo electrónico en la institución se utiliza un servidor Microsoft Exchange 2010 para el servicio de todos los empleados de la institución. Con

⁴⁸ P2P: Peer to Peer: Sistema en el cual los equipos son clientes y servidores al mismo tiempo, en Internet las aplicaciones de este tipo se utilizan para el intercambio de archivos entre usuarios.

⁴⁹ Estudio Akamai sobre el tiempo de espera de usuarios para cargar una pagina web http://spanish.akamai.com/enes/dl/brochures/Retail_Cons_Goods_Brochure.pdf

respecto a su uso en la institución el tamaño de los correos electrónicos está restringido para el envío y recepción a 3 MB, de tal manera que su utilización es de uso exclusivo para asuntos internos y no sea posible enviar archivos de música, video o imágenes. En la institución al revisar el servidor Exchange se observa que tienen en promedio un tamaño de 500 KB.

Los correos se actualizan cada 5 minutos debido a la configuración por defecto que posee el programa *Microsoft Outlook* y en cada actualización por lo general llega un correo nuevo el cual se descarga en un tiempo de 10 segundos para visualización del usuario dato que se obtuvo al realizar algunas pruebas en la institución.

$$\text{Consumo correo electrónico} = \frac{500 \text{ KB}}{10 \text{ segundos}} = 50 \text{ Kbps} = 400 \text{ Kbps}$$

3.3.4 POSIBLES APLICACIONES A FUTURO

Para este diseño se tiene planificado tomar en cuenta la posible utilización a futuro de varias tecnologías de acceso inalámbrico por lo que se realizará el análisis de las mismas para el cálculo del Ancho de Banda.

3.3.4.1 Historia clínica electrónica ^[W11]

Esta tecnología se basa en reemplazar el actual proceso de ingreso de datos de los pacientes el cual se realiza escribiendo los datos principales en hojas rotuladas al recibirlos para posteriormente ingresarlos al sistema GEMA. El cambio radica en que al momento de ingresar los datos se ingresarían directamente al sistema GEMA por medio de una "Tablet PC"⁵⁰ que se observa en la Figura 3-3, estos datos serán ingresados por los médicos o las enfermeras ahorrando tiempo y mejorando la atención a los pacientes.

⁵⁰ Tablet PC: Es una computadora portátil con la que se puede interactuar a través de una pantalla táctil.



Figura 3-3 Tablet PC

Al ser estos equipos únicamente utilizados para el ingreso de los datos al recibir un nuevo paciente o al revisar los datos de los ya ingresados únicamente necesitan el sistema GEMA; por lo que utilizarán el Ancho de Banda anteriormente obtenido para este sistema que es de 675 Kbps por persona al ingresar como se indica en el Subcapítulo 3.3.1.

3.3.4.2 Telefonía IP inalámbrica [P6][M1][M2][P7]

Esta tecnología se piensa implementar por la necesidad de ubicar a los médicos al momento de existir una emergencia con algún paciente, para estos se les proporcionará un teléfono inalámbrico que tendrá una extensión dentro del sistema telefónico de la institución y luce similar a los celulares como se observa en la Figura 3-4.



Figura 3-4 Teléfono IP inalámbrico

Por este motivo se calculará también el consumo de ancho de banda de este sistema para el diseño de la red inalámbrica. Actualmente la institución utiliza centrales telefónicas “NEC SV 8500” las cuales trabajan con los protocolos G.711, G.729a y G722 del cual por default se utiliza el códec G729a. Otra razón para escoger este códec se debe a que mantiene una tasa de compresión de 8 Kbps, que es menor que G711 y G722 que poseen tasas bits de 64 Kbps y 48 Kbps respectivamente. Para este caso se trata la transferencia de datos como un sistema de Voz sobre IP (VoIP).

Para este códec; se especifica por la ITU⁵¹ una tasa de transmisión de bits de 8 Kbps a 32 Kbps al realizar una llamada telefónica. En el diseño se tomará el valor de 31,5 Kbps^[W12] por ser el caso de mayor consumo en una llamada.

3.3.5 ANCHO DE BANDA POR TIPO DE USUARIO

Para el cálculo del Ancho de Banda requerido por cada tipo de usuario se los separará en grupos por la función que realizan. Lo tipos de usuarios existentes para esta red inalámbrica serán los siguientes:

- Médico.
- Técnico de laboratorio.
- Empleado con Laptop.
- Paciente.

Los médicos utilizarán dos tipos de servicios por su trabajo en la institución. El primero se refiere al uso de las *Tablet PC* para la historia clínica electrónica ya que serán los encargados de revisar a los pacientes de la institución. El segundo servicio es la telefonía IP inalámbrica ya que se les dará un teléfono inalámbrico para localizarles.

⁵¹ ITU: International Telecommunication Union: Organización dedicada a la estandarización de tecnologías en el campo de las telecomunicaciones.

Para el caso de un técnico de laboratorio este utilizará su Laptop para acceder al Internet y revisar archivos necesarios así como su correo electrónico pero no utilizará ningún otro servicio del *Hospital*.

Los empleados con Laptop son muy pocos en el *Hospital* ya que solo la tienen los jefes de área y gerentes, éstos la utilizan para el correo electrónico, NAF, GEMA e Internet. Por último los pacientes que son el grupo más numeroso utilizan únicamente el Internet, pero de una manera muy seguida debido a que la mayor parte de los pacientes o sus familiares llevan sus equipos portátiles mientras están hospitalizados para distraerse.

En la Tabla 3-3 se presenta el consumo de Ancho de Banda por tipo de usuario tomando el caso de mayor consumo de las diferentes aplicaciones que utilizan.

Servicio	Tipo de empleado			
	Médico	Técnico	Empleado	Paciente
GEMA	675 Kbps	-	675 Kbps	-
NAF	-		550 Kbps	-
Internet	-	600 Kbps	-	240 Kbps
Correo electrónico	-	-	400 Kbps	-
Telefonía IP	32 Kbps	-	-	-
Capacidad por usuario	707 Kbps	600 Kbps	1625 Kbps	240 Kbps

Tabla 3-3 Ancho de Banda por tipo de usuario

3.4 NÚMERO DE USUARIOS BENEFICIADOS Y ACCESS POINTS

Para determinar el número de usuarios beneficiados se debe de analizar la concentración de usuarios potenciales en las aéreas a implementar la red inalámbrica y tomar como referencia el caso más crítico.

Por motivo del modelo de construcción del edificio en el cual se encuentra el *Hospital* en el que las divisiones entre áreas son con paredes de hormigón o ladrillo, además que como se demostró Subcapítulo 2.6.2, se determina que es necesario ubicar un Access Point en cada área o de lo contrario la señal es muy débil en las áreas cercanas debido a la atenuación de las mismas.

Tomando en cuenta esto se puede determinar el caso más crítico en el área que posea mayor número de usuarios potenciales la cual sería Laboratorio por la cantidad de equipos y futuras aplicaciones a utilizar.

En este caso se tiene previsto la utilización de varios equipos portátiles por parte de los técnicos de las empresas, los mismos que dan soporte a los equipos médicos eléctricos que se encuentran en el área; además existirán varios médicos y trabajadores del área que utilizarán los teléfonos IP inalámbricos. Otra tecnología a utilizar en esta área es la historia clínica electrónica para la confirmación de envío de datos de los exámenes médicos.

Para obtener los valores de simultaneidad de uso de los servicios por parte de los usuarios se pidió un estimado de uso de los diferentes servicios al departamento de sistemas, esto debido a que ellos poseen los datos para el manejo de aplicaciones y auditoría. Para obtener el número de usuarios y los servicios que utilizan, se pidió la información a la jefa de laboratorio quien conoce estos datos sobre su personal.

A continuación se muestra en Tabla 3-4 la capacidad necesaria en este caso y el número de Access Points necesarios.

Servicio	Ancho de banda típico	Numero de usuarios	Simultaneidad %	Capacidad por servicio (Mbps)
GEMA	675 Kbps	9	35	2,126
NAF	550 Kbps	5	40	1,1
Internet	600 Kbps	8	50	2,4
Correo electrónico	400 Kbps	18	15	1,98
Telefonía IP	31,5 Kbps	6	10	0,0189
			TOTAL	7,462

Tabla 3-4 Capacidad necesaria por área

Para calcular el número de Access Points necesarios para las área se toma en cuenta que la velocidad de transmisión real para el estándar 802.11g máximo es de 54 Mbps, este cálculo se observa en la Tabla 3-5.

Capacidad Total (Mbps)	7,62
Tasa transmisión 802.11g (Mbps)	54
Número de Access Points por área	0,14

Tabla 3-5 Número de Access Points por área

3.5 SELECCIÓN DE ACCESS POINTS

En este proyecto por ser la prioridad la seguridad y funcionamiento de los equipos médicos eléctricos los cuales no deben de retirarse o reubicarse, se tendrá como base los requerimientos del estándar IEC 60601-1-2.

Este estándar especifica que para determinar la ubicación de los equipos de radio frecuencia, primero se debe de conocer algunos datos técnicos de los mismos como es la potencia de salida, debido a esto se deben de seleccionar con anterioridad.

Con el fin de cumplir con los requerimientos de la institución de mantener compatibilidad con los equipos existentes, los sistemas de gestión de red y además que el proyecto no requiera de una mayor inversión para su implementación se utilizaran equipos compatibles con la red actual que es de marca 3COM o actualmente conocidos como H3C.

La selección se realizará entre dos marcas distintas, la marca D-LINK posee Access Points que cumplen con los requerimientos de la empresa tal como el DAP-2553 el cual se observa en la Figura 3-5.



Figura 3-5 Access Point D-LINK DAP-2553

El modelo de Access Point ofertado por la empresa H3C es el WA-802.11n, la cual es una versión actualizada del modelo existente en la institución, este equipo que se muestra en la Figura 3-6 y que actualmente lo venden varias empresas en el país.



Figura 3-6 Antena HP WA - 802.11n ^[W15]

A continuación se muestra en la Tabla 3-6 los requisitos que cumplen cada equipo con respecto a las necesidades del proyecto.

Cumplimiento de requerimientos técnicos de Access Points		
Requerimientos	Dlink DAP-2553	HP WA-802.11
1 Puerto 10/100/1000Base-TX compatible con PoE y auto-negociación,	cumple	cumple
IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11 n	cumple	cumple
Alcance superior a 100 metros	cumple	cumple
Protocolos TCP/IP, Bridging protocol, DHCP, HTTP, FTP	cumple	cumple
FCC Class B, IC , CSA	cumple	cumple
Manejo mínimo de 10 VLANs para múltiples SSIDs	no cumple	cumple
PoE 48V DC	cumple	cumple
Protocolos de seguridad WEP, WPA, WPA2, SSID Broadcast Disable, MAC Address Access Control	cumple	cumple

Tabla 3-6 Cumplimiento de requerimientos técnicos de Access Points ^{[M3][W15][W16]}

Como se observa en la Tabla 3-6 el equipo Dlink no cumple con el requerimiento de poder soportar el manejo de 10 VLANs mínimo. Los requerimientos institucionales se pueden observar en la Tabla 3-7 el cumplimiento de los mimos.

Cumplimiento de requerimientos institucionales de Access Points		
Requerimientos	Dlink DAP-2553	HP WA-802.11
Compatibilidad con equipos de red	cumple	cumple
Costo de implementación	medio	medio
Compatibilidad con equipo de gestión	no cumple	cumple
Tiempo de configuración e instalación	alto	bajo
Costos extras para equipo de administración de los equipos	alto	bajo

Tabla 3-7 Cumplimiento de requerimientos institucionales de Acces Points

Como se observa el equipo D-LINK no es compatible con el sistema de gestión actual propietario 3COM, por esta razón sería necesaria la adquisición de otro equipo o software para la gestión de los mismos lo que representaría una mayor inversión. Además esto complicaría la gestión ya que se tendría dos sistemas independientes de gestión compatibles entre sí.

Como se observa en el manual de usuario del equipo HP WA-802.11n la potencia de salida máxima es superior a 19 dbm, lo que equivalen a 90 mW. Para la realización de los cálculos requeridos por el estándar IEC 60601-1-2 se utiliza el valor de 100 mW, esto pro que el manual que la potencia es superior a 90 mW.

3.6 ÁREAS DE COBERTURA Y EXCEPCIÓN

Para todas las áreas especificadas se realizará el análisis de los equipos como lo indica el Subcapítulo 1.4 con el fin de constatar el tipo de procedimiento que se debe tomar con los Access Points o si las áreas están exentas de los análisis.

Este análisis se realiza con el fin de evitar que varios equipos médicos eléctricos de alto costo puedan ser afectados siendo la prioridad su funcionamiento y seguridad; quedando en segundo plano la cobertura de la red inalámbrica o sus requerimientos.

Además se debe de tomar en cuenta que muchos de estos equipos médicos eléctricos son muy pesados y no pueden moverse de sus sitios originales, por este motivo los equipos a instalar para el proyecto deben ser los que sufran modificaciones o adaptarse a los requerimientos de los estándares. Para realizar estos análisis es necesario conseguir los manuales completos de los equipos, ya que en estos se encuentra la información relacionada con compatibilidad electromagnética de los mismos, especialmente la relacionada con el cumplimiento con el estándar IEC 60601-1-2 y sus respectivas guías de declaración del fabricante sobre la inmunidad electromagnética.

Actualmente todos los equipos médicos eléctricos que utilizan radio frecuencia para su funcionamiento cumplen con estos estándares de la IEC, por lo cual poseen información sobre el mismo. En algunos casos no presentan las tablas de guía de declaración del fabricante sobre la inmunidad electromagnética, pero si indican las distancias de separación recomendada para el cumplimiento de este estándar lo cual debe de tomarse en cuenta para el diseño.

Para ciertos equipos médicos eléctricos además se encuentran especificadas tablas o información sobre la posible interferencia que los mismos pueden causar a otros equipos que utilizan radio frecuencia en sus cercanías, estas recomendaciones se tomarán en cuenta para garantizar el funcionamiento de los Access Points.

3.6.1 LABORATORIO DE ANÁLISIS ^[M4]

Un equipo que no pertenece a los administrados por Roche es el SYSMEX UF-10000i, su función es la analizar partículas de orina y como lo indica su manual, cumple con la norma IEC 61326-1 sobre “Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio: Requisitos de compatibilidad electromagnética”.

Además cumple con los requisitos de emisión electromagnética de la clase A y los requisitos mínimos de inmunidad electromagnética sin ninguna advertencia de seguridad o advertencia de los estándares 60601-1 por lo que se lo considera exento de las pruebas y ensayos de compatibilidad.

En esta área la mayoría de equipos son provistos por parte de la empresa Roche, la cual es la encargada del sistema encargado de almacenar la información de las muestras médicas. Los técnicos de esta empresa Roche indicaron que sus equipos son de marca COBAS que se observan en la Figura 3-7 y que no tienen ninguna relación con radio frecuencia, pero por sus elevados costos la institución pidió que se analice toda el área.



Figura 3-7 Equipos COBAS para análisis de muestras en el área de Laboratorio

En relación a los equipos de marca COBAS estos utilizan una tecnología denominada ECL (Electrochemiluminiscent) que se basa en el uso de reactivos y voltaje para detectar las diferentes bacterias y elementos existentes en las muestras mediante procesos fotométricos como se observa en la Figura 3-8. Los modelos con ECL son el COBAS 6000 ^[M5], COBAS u411 ^[M6], COBAS 4000 compuesto por los equipos e411 y c311 ^[M7].

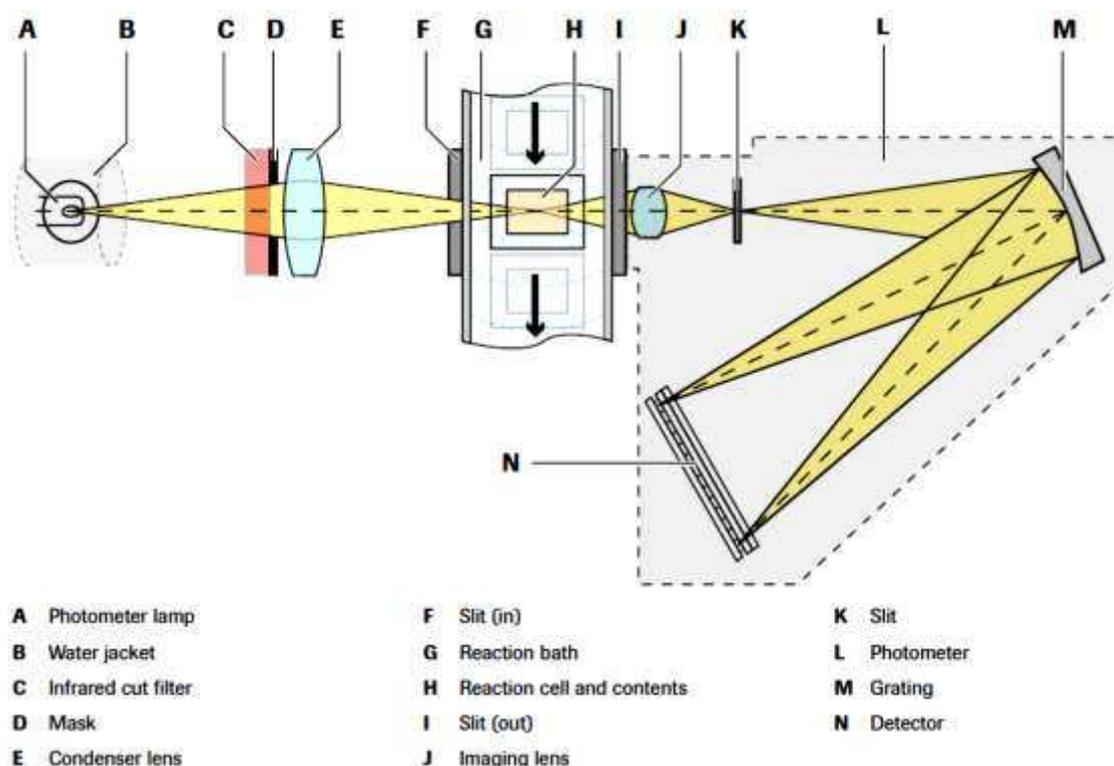


Figura 3-8 Proceso de funcionamiento fotométrico para equipos con ECL ⁵²

⁵² Fuente: Manual Cobas 6000

Esta tecnología utiliza un complejo denominado “Ruthenium(II)-tris(bipyridyl) [Ru(bpy)₃]²⁺” y Tripropylamine (TPA), los cuales al ser expuestos a un nivel de voltaje reaccionan con los micro-organismos presentes iniciando una reacción químico-luminiscente controlada. Cuando esta reacción sucede la emisión de luz es capturada por un fotomultiplicador el cual analiza la señal y la procesa. Esta tecnología ECL se detalla en el **ANEXO E**. Debido a que la tecnología ECL no utiliza radio frecuencia en su funcionamiento o procesamiento de datos y además no posee ningún tipo de advertencia con respecto a la EMC quedan exentos de análisis y pruebas.

Al igual el equipo ELECSYS 2010 ^[M8] el cual utiliza procesos químicos luminiscentes con la tecnología Electroquimioluminiscencia (ECLIA) para su funcionamiento como lo indica su respectivo manual de uso y especificaciones técnicas. Esta tecnología es similar a la ECL por lo que no tienen relación con ningún tipo de radio frecuencia ni necesitan realizar pruebas de compatibilidad electromagnética.

Al no existir ningún otro equipo médico eléctrico en esta área no se requiere realizar ningún análisis para compatibilidad electromagnética en el área, por lo que se le considera como área exenta de los análisis de compatibilidad electromagnética.

3.6.2 RESONANCIA

En relación a esta área existen dos equipos de resonancia magnética que deben de ser analizados, estos equipos son un PHILIPS Intera MRI de 1,5 Teslas⁵³ de potencia que se observa en la Figura 3-9 y el segundo uno similar al anterior pero con 3 Teslas de potencia para su mejor rendimiento como se muestra en la Figura 3-10.

⁵³ Tesla: Es la unidad que define la inducción magnética uniforme que se reparte sobre una superficie.



Figura 3-9 Philips Intera 1,5T MRI

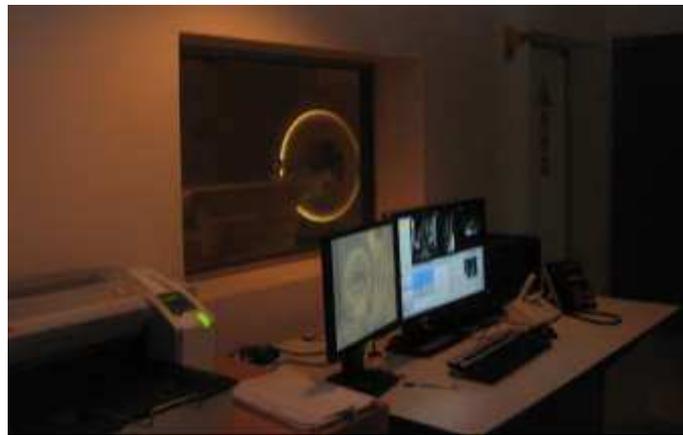


Figura 3-10 Philips Intera 3T MRI

Un equipo de resonancia magnética funciona con un imán con intensidades de campo de 0.5 a 3 Teslas lo que hace que los las propiedades magnéticas del núcleo de un átomo cambien, luego emite una radiación electromagnética a una determinada frecuencia de resonancia lo que causa que estos átomos vuelvan a cambiar sus propiedades magnéticas y re-emitan la energía de la radiación electromagnética la cual es captada por bobinas que la ubican en el espacio que luego mediante software muestra en pantalla las imágenes.

Como se indica en el manual de descripción técnica (ANEXO F) de los equipos para el caso de la EMC se le ubica en el Grupo 2 y Clase A como un equipo de no soporte vital lo que significa que emite energía que puede interferir con equipos que utilicen Radio Frecuencia y debe ubicarse en establecimientos específicos. La

empresa fabricante también indica que estos equipos deben de funcionar en un ambiente electromagnético especificado por lo que se debe de realizar un análisis de esta área antes de ubicar los Access Points.

3.6.3 IMAGEN

Entre los equipos médicos eléctricos existentes en el área el sistema de Rayos X de marca General Electric de modelo Revolution XRD que se ve en la Figura 3-11 y un Tomógrafo computarizado LightSpeed VCT 64 que se observa en la Figura 3-12.



Figura 3-11 Rayos X General Electric de modelo Revolution XRD



Figura 3-12 Tomógrafo computarizado General Electric Light Speed VCT 64

Los equipos de rayos X para su funcionamiento utilizan radiación electromagnética de alta frecuencia que va de 30 a 3000 PHz⁵⁴, esta radiación atraviesa cuerpos opacos y puede imprimir estos resultados en películas fotográficas o digitalmente.

Como se observa en el manual del equipo de rayos x (ANEXO G) General Electric Revolution XRD cumple con los estándares IEC 60601-1-2 y se lo clasifica en el Grupo 1 y Clase A, esto significa que usa energía de radio frecuencia para su funcionamiento interno por lo que no es probable que cause daño a otros equipos y debe ser usado en sitios específicos. Este manual también posee especificaciones para la inmunidad electromagnética del equipo por lo que se debe hacer un análisis.

Los tomógrafos son equipos que para su funcionamiento utilizan rayos x, resonancia nuclear o ultrasonidos con el fin de obtener imágenes provenientes de múltiples direcciones para estructuras seleccionadas.

⁵⁴ PHz: Siglas de Petaherzio que es equivalente a 10^{15} Herzios

Se puede observar en el manual de uso (ANEXO H) del equipo General Electric LightSpeed VCT 64 el cumplimiento con los estándares 60601-1-2 al igual que las normas de instalación para compatibilidad e inmunidad electromagnética.

Se debe de realizar los análisis respectivos. Además se clasifica a este equipo en el Grupo 1 y Clase A por lo que no es probable que cause daño a otros equipos en las cercanías y se debe de ubicar en locaciones específicas.

Otro equipo que debe de ser analizado es un Angiógrafo Philips Integris V3000 de rayos-X que se observa en la Figura 3-13. Este equipo muestra en su manual de uso (ANEXO I) el cumplimiento del estándar 60601-1-2 y sus respectivas especificaciones de uso con respecto a la compatibilidad electromagnética, por lo que se debe de realizar un análisis previo el uso de cualquier equipo emisor de radio frecuencia en sus cercanías. Este equipo es catalogado de igual manera como Grupo1 y Clase A.



Figura 3-13 Angiógrafo Philips Integris V3000

El resto de equipos existentes en el área son los Ultrasonidos de marca General Electric de modelos Voluson E8 que se observa en la Figura 3-14, General Electric Vivid 7 que se observa en la Figura 3-15 y Philips iE33 que se observa en la Figura 3-16.



Figura 3-14 Equipo General Electric Voluson E8



Figura 3-15 Equipo General Electric Vivid 7



Figura 3-16 Ecocardio Philips IE33

Los equipos de ultrasonido para su funcionamiento envían ondas de alta frecuencia las cuales hacen eco en las estructuras del cuerpo que luego un computador recibe y las utiliza para crear una imagen. Estas frecuencias varían de 2 a 5 MHz en abdomen y 8 a 16 MHz para otros sitios del cuerpo. Estos equipos son catalogados como Grupo 1 y Clase B por lo que no es probable que causen interferencia a otros equipos y puede ubicarse en locaciones domésticas, además poseen especificaciones en cuanto a la inmunidad electromagnética como se indica en sus manuales (ANEXO J, ANEXO K y ANEXO L).

3.6.4 QUIRÓFANOS

Como se mencionó en esta área se utiliza un ultrasonido portátil de modelo Terason t3000 que se observa en la Figura 3-17, este equipo cumple con el estándar IEC 60601-1-2 de compatibilidad electromagnética (ANEXO M).

Al equipo se lo cataloga como Grupo 1 y Clase B por lo que se debe de hacer el análisis respectivo. Este equipo se utiliza dentro del área de los quirófanos y al ser portátil no tiene un lugar fijo de ubicación.



Figura 3-17 Ultrasonido portátil TERASON t3000

3.6.5 AESCULAPIOS

Esta área se encuentra ubicada en *Meditrópoli* la cual se divide en dos sub áreas. La primera de estas sub áreas posee dos equipos los cuales son de marca General Electric, el primero es un Tomógrafo CT lightspeed de 16 cortes que se observa en la Figura 3-18 y el segundo es un ultrasonido Voluson 8 de la Figura 3-19.



Figura 3-18 Tomógrafo General Electric CT Light Speed



Figura 3-19 Ultrasonido General Electric Voluson E8

Para el equipo General Electric CT lightspeed como se explicó en el Subcapítulo 3.6.3 se necesita de un análisis por sus requerimientos. Por su lado el equipo Voluson E8 requiere igualmente un análisis para cumplir con los requerimientos de Inmunidad Electro Magnética especificados en su manual.

Dentro de la segunda sub área se encuentra un sistema de cámara gama de modelo Siemens Oncor Impression PLUS que se observa en la Figura 3-20 el cual tiene como función la eliminación del cáncer por medio de rayos gama dirigidos por la información del ultrasonido CT lightspeed.

Esta cámara gama se encuentra en un cuarto especial el cual fue apantallado según especificaciones y requerimientos del fabricante para la inmunidad requerida por el mismo, aquí se prohíbe cualquier tipo de equipo que utilice radiofrecuencia. Otro aspecto a tomar en cuenta es que la institución no desea aplicar estos servicios en esta segunda área ya que en ella solo se encuentra este dispositivo siendo el resto del piso propiedad de otra empresa.



Figura 3-20 Cámara Gama Siemens Oncor Impression PLUS

3.7 UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Como se explicó anteriormente la forma de construcción del edificio donde se ubica la institución restringe el paso de la señal y la atenúa de tal manera que es necesaria la ubicación de un mayor número de Access Point para cubrir todas las áreas.

Para las áreas que poseen equipos médicos eléctricos se les realizará el análisis respectivo para la ubicación de los Access Point, para el resto de áreas simplemente se ubicarán en el centro de las mismas o cerca a las instalaciones del cableado estructurado ya existente.

En las áreas de *Hospitalización* en las cuales ya existe el servicio de WiFi para los pacientes no se realizará modificaciones, ya que como se observa en los Surveys realizados en estas áreas en el Subcapítulo 2.6.2 no existe ningún espacio sin señal dentro de las mismas.

Como se indicó en el Subcapítulo 3.4 es necesario ubicar un Access Point por área para cubrir con el número de usuarios existentes en las mismas. Por esta razón se ubicarán los equipos de tal manera de cubrir con este requerimiento, en algunos casos solo se utilizará un equipo para dos áreas debido a que el número de usuarios es mucho menor que el calculado y se encuentran juntas.

3.7.1 **ÁREA CONSULTORIOS C1 Y C2**

En estos dos pisos se ubican los consultorios de los Doctores a los cuales se le presta el servicio de Internet por medio de la red cableada y al ser separados de los servicios de la institución no se les brinda el servicio inalámbrico.

Al no existir aquí un equipo médico eléctrico en las cercanías no es necesario realizar ningún análisis específico ni existe ninguna restricción en cuanto a la ubicación de los equipos.

Las áreas que se debe de prestar el servicio son para los clientes del *Hospital* que se encuentren en las salas de espera y en los pasillos debido a la posible implementación de la telefonía IP inalámbrica por lo que se necesitaran pocos equipos. Otras zonas que se deben de cubrir son las ubicadas al sur de cada piso en la cual se hospedan los internos y utilizan sus laptops para trabajar así como un auditorio ubicado en el piso C2.

3.7.1.1 **Ubicación de los Access Points en C1**

Para el diseño en estos dos pisos se utilizará un software simulador de redes inalámbricas de la marca FLUKE, el cual nos permite especificar los tipos de

materiales de construcción de tal manera que se visualice con mayor exactitud la cobertura de las antenas. Este programa es “*InterpretAir*” en su versión 4.5.0, la cual nos permite planificar la ubicación de los Access Points.

Mediante este programa se puede determinar el número de equipos necesarios para poder obtener cobertura en todas las áreas requeridas así como su ubicación, además de poder ingresar varios datos como el material de construcción de las paredes y el tipo de antena. Para este diseño se utiliza un Access Point IEEE 802.11 con una potencia de salida de 100mW como se indica en el Subcapítulo 3.5. En la Figura 3-21 se indica la ubicación de los 5 Access Points necesarios los cuales se los representa por los círculos entrecortados.

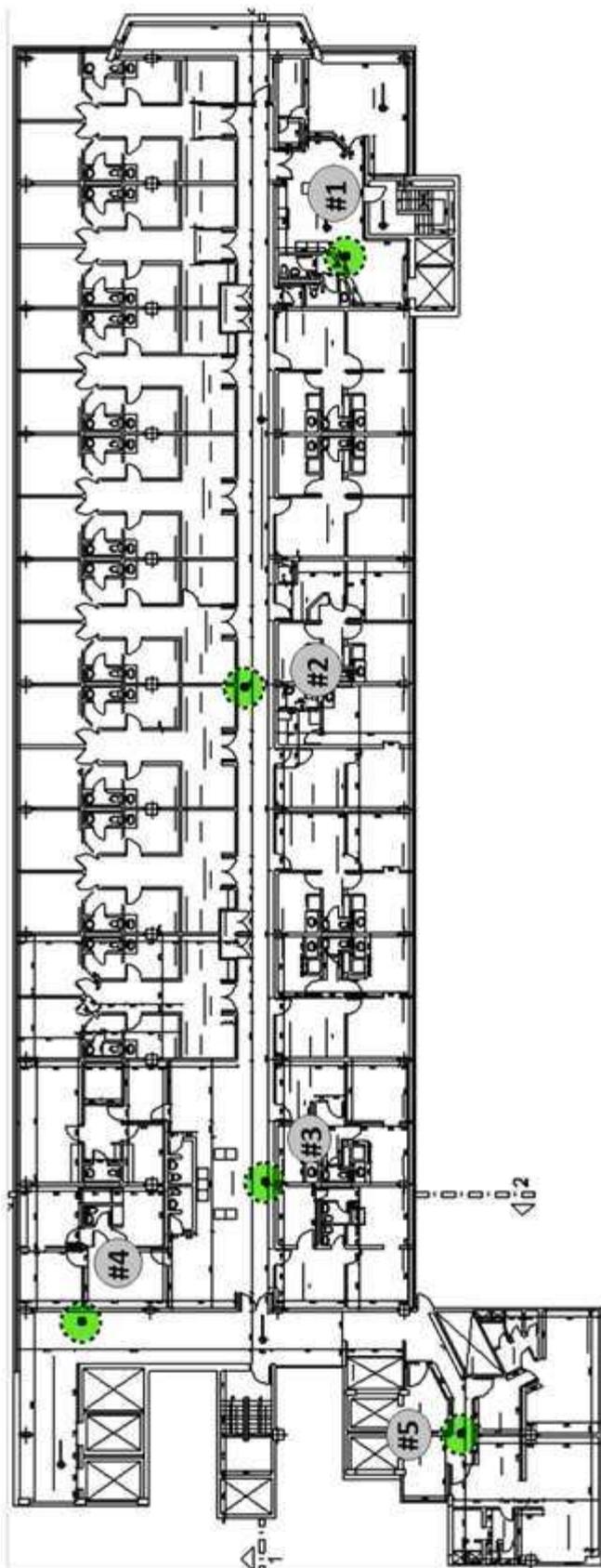


Figura 3-21 Ubicación de Access Points C1

Mediante el software de simulación se puede observar en la Figura 3-22 la ubicación de los equipos con la que cubre las áreas requeridas por la institución con una potencia de señal no menor a -60 dBm, este resultado es el esperado ya que se necesita mínimo una potencia de -70 dBm para establecer una conexión y transferencia de datos.

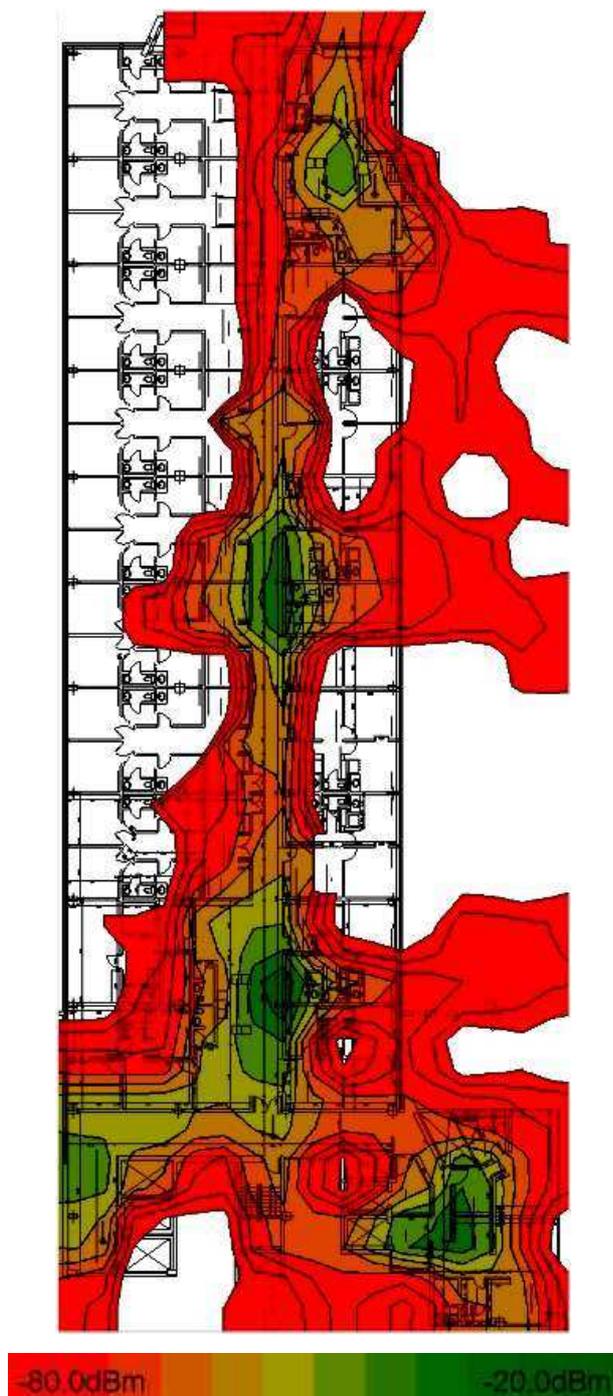


Figura 3-22 Zona de cobertura de potencia piso C1

En la Figura 3-25 se pueden observar las velocidades de conexión en C1, como se puede observar para las áreas de los pasillos y residentes no existe problema y se alcanzan velocidades de 54 Mbps.

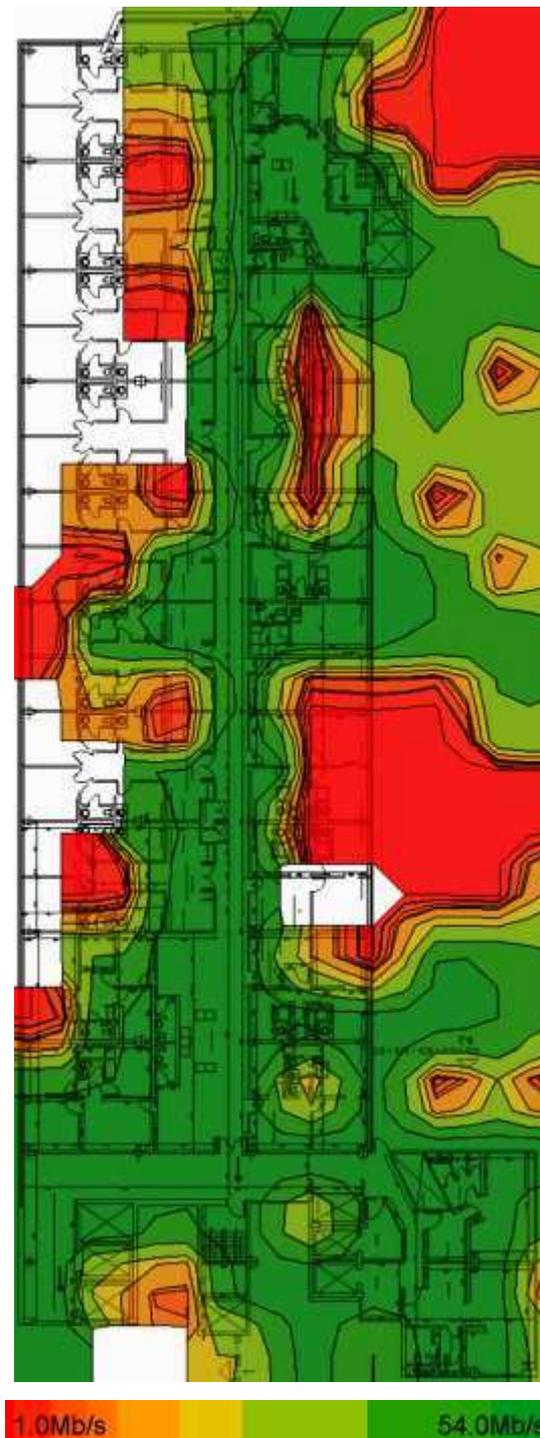


Figura 3-23 Velocidades de transmisión C1

3.7.1.2 Ubicación de los Access Points en C2

Para el diseño del piso C2 de igual manera se utilizan 5 Access Points pero con una diferente ubicación debido a la existencia del auditorio y que el pasillo es mucho más corto así como se puede observar en la Figura 3-24.

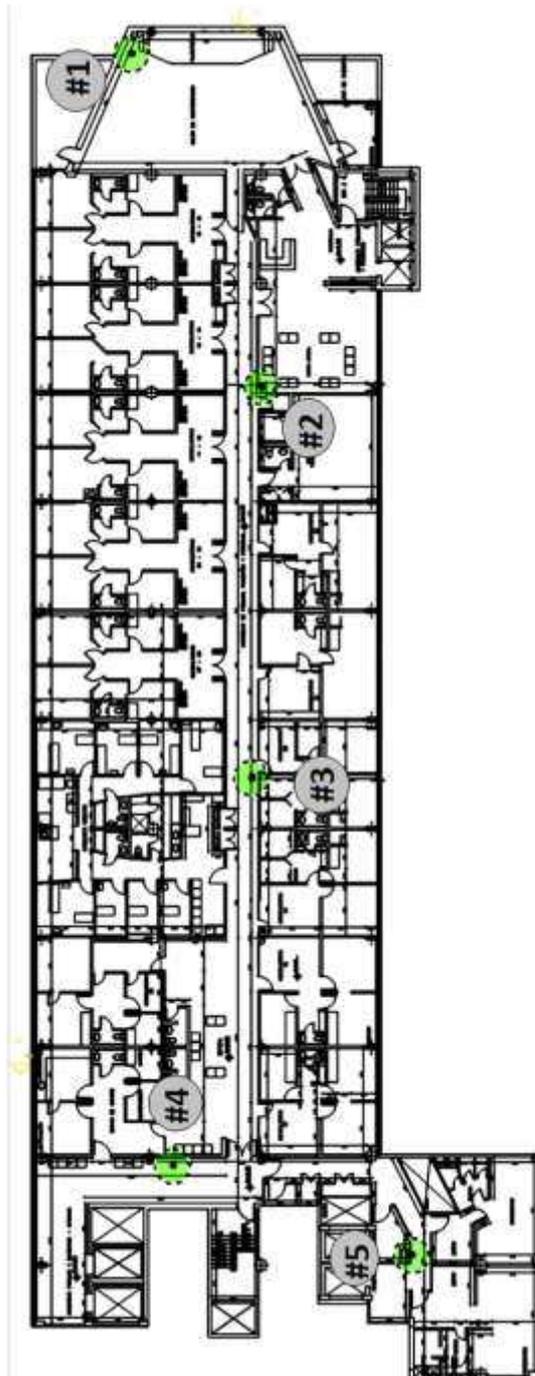


Figura 3-24 Ubicación de Access Points C2

Mediante ésta distribución de los equipos se observa en la Figura 3-25 que las zonas que requieren de este servicio poseen cobertura mínima de -60 dBm.



Figura 3-25 Zona de cobertura piso C2

Se puede observar en la Figura 3-26 que las velocidades de transmisión para el auditorio, la sala de espera y el pasillo central es de 54Mbps.

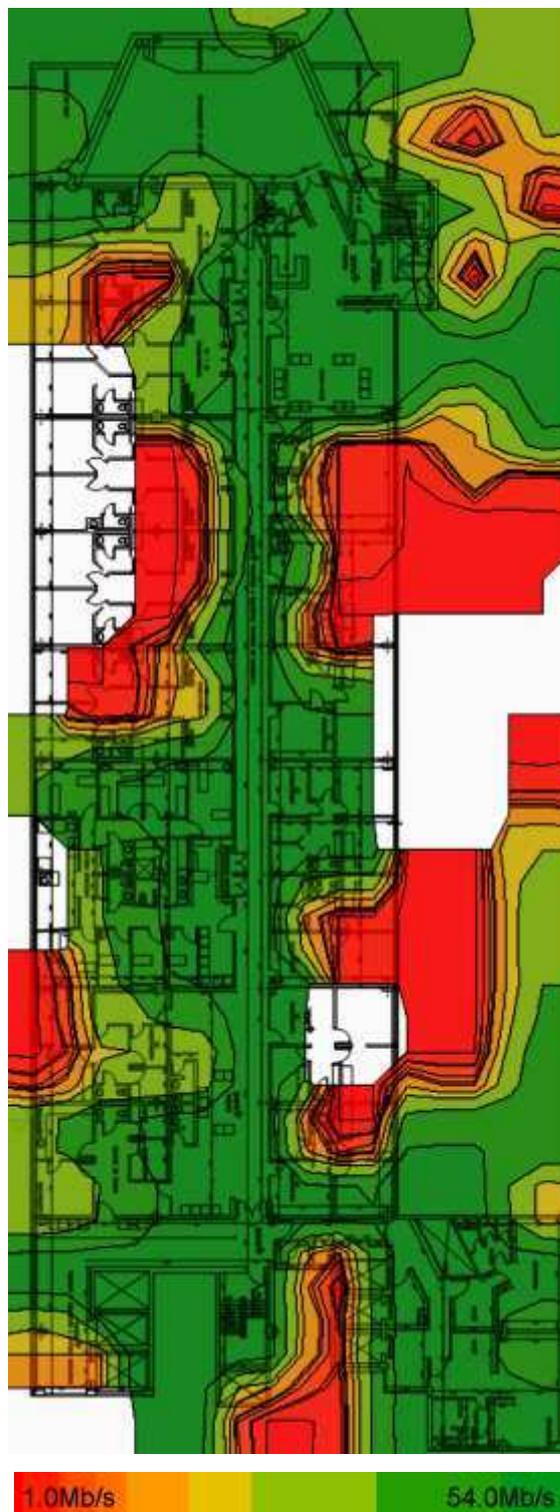


Figura 3-26 Velocidades de transmisión C2

3.7.2 ÁREA PLANTA BAJA

En este piso se ubican las áreas de imagen y quirófanos que como se explicó en el Subcapítulo 3.6.3 y Subcapítulo 3.6.4 se encuentran varios equipos médicos eléctricos que poseen especificaciones para la compatibilidad electromagnética. La disposición de los equipos en el área de Imagen se puede observar en la Figura 3-27.

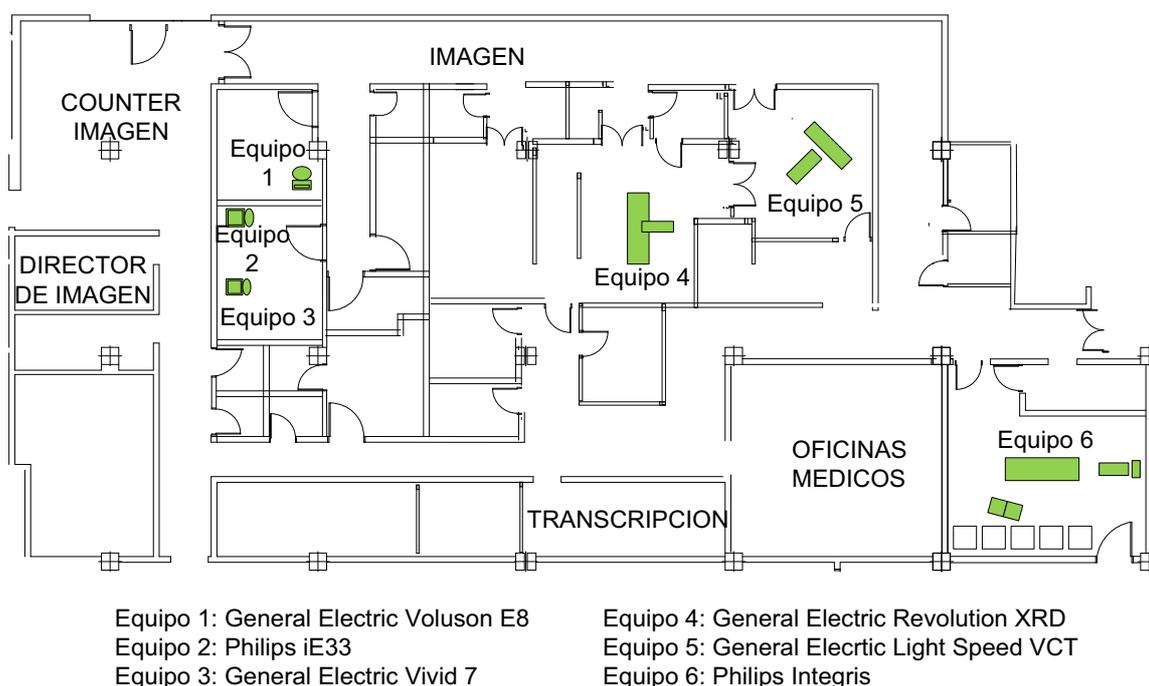


Figura 3-27 Ubicación de los equipos médicos eléctricos en el área de imagen

3.7.2.1 Análisis equipos General Electric Voluson E8 y Vivid 7

Para los equipos Voluson E8 y Vivid 7 de General Electric sus respectivos manuales no incluyen las tablas de declaración de inmunidad electromagnética pero indican las recomendaciones de uso para cada uno de ellos respecto a equipos que emiten Radio Frecuencia. Como estos equipos cumplen con el estándar IEC 60601-1-2 para las pruebas de inmunidad se utilizarán las recomendaciones del fabricante. En sus manuales de servicio (ANEXO J y ANEXO K) en relación para la Inmunidad Electromagnética se indica que si

existe algún equipo que emita ondas de Radio Frecuencia estas deben de ubicarse a no menos de 5 metros para evitar cualquier tipo de interferencia.

3.7.2.2 Análisis equipo Philips iE33

Con respecto al equipo Philips iE33 este utiliza un sistema de análisis Xt-2t TEE por lo que estos sistemas cumplen con los estándares 60601-1-2 sobre inmunidad electromagnética (ANEXO L) como se explica en la Tabla 3-8 y Tabla 3-9.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
Pruebas de inmunidad	Nivel de prueba IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad	Guía de entorno electromagnético d(m)
RF conducida IEC 61000-4-6	3Vrms 150KHz – 80MHz	V = 0.08 V	Para las distancias de separación recomendadas ver la Tabla 3-9
RF radiada IEC 61000-4-21	3V/m 80MHz – 2.5GHz	E = 3V/m	

Tabla 3-8 Declaración del fabricante sobre EMI de los equipos PHILIPS iE33

Distancias de separación recomendadas para transmisores de radio frecuencia			
Máxima potencia de salida de los transmisores (W)	150KHz – 80MHz $d = 43.8\sqrt{P}$	80 – 800MHz $d = 1.2\sqrt{P}$	800MHz – 2.5GHz $d = 2.4\sqrt{P}$
0.01	4.4 m	0.12 m	0.24 m
0.1	13.8 m	0.38 m	0.76 m
1	43.8 m	1.2 m	2.4 m
10	138 m	3.8 m	7.6 m
100	438 m	12 m	24 m

Tabla 3-9 Distancias de separación recomendadas para transmisores de frecuencias del equipo PHILIPS iE33

Para el caso del proyecto como se utilizan Access Points de 100 mW según las especificaciones se recomienda al equipo inalámbrico se ubique a una distancia no menor de 0.76 metros del equipo médico eléctrico.

3.7.2.3 Análisis equipo General Electric Revolution XRD

En relación con el equipo General Electric Revolution XRD su manual de usuario (ANEXO G) indica que cumple con los estándares 60601-1-2 sobre inmunidad electromagnética y presenta especificaciones que se observan en la Tabla 3-10.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
Pruebas de inmunidad	Nivel de prueba IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad d	Guía de entorno electromagnético d(m)
RF conducida IEC 61000-4-6	3V 150kHz – 80MHz	V = 3Vrms	$d = \frac{3.5}{V} \sqrt{P}$
RF radiada IEC 61000-4-21	3V/m 80MHz – 2.5GHz	E = 3V/m	$d = \frac{3.5}{E} \sqrt{P}$ 80MHz – 800MHz $d = \frac{7}{E} \sqrt{P}$ 800MHz – 2.5GHz
Equipos de comunicación de radio frecuencia portables y móviles no deben ser usados más cerca de cualquier parte del AMX 4+, incluyendo cables, que la distancia de separación calculada de la ecuación aplicada a la frecuencia del transmisor. Donde: P es la potencia de salida máxima del transmisor en vatios (W) de acuerdo con el fabricante del transmisor y d es la distancia de separación recomendada en metros (m). Intensidades de campo de transmisores de RF fijos, según lo determinado por un estudio electromagnético ^[a] , debe ser menor que el nivel de cumplimiento en cada rango de frecuencias ^[b] .			

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética

[a] Intensidades de campo de transmisores fijos, tales como estaciones base para radioteléfonos (celulares / inalámbricos) y radios móviles terrestres, equipos de radioaficionados, AM y FM de radio y televisión no se pueden predecir con exactitud. Para evaluar el entorno electromagnético debido a transmisores de RF fijos, un estudio electromagnético puede ser considerado. Si la intensidad de campo medida en el lugar en el que se utiliza el sistema supera el nivel de cumplimiento de RF aplicable anteriormente, el sistema debe ser observado para verificar el funcionamiento normal. Si ocurriera un funcionamiento anormal, las medidas adicionales que sean necesarias, como cambiar la orientación, el blindaje o la reubicación del sistema. **[b]** En el rango de frecuencia de 150 kHz a 80 MHz, las intensidades de campo deben ser inferiores a [V].

Tabla 3-10 Declaración del fabricante sobre EMI de los equipos General Electric Revolution XRD

Como se indica en la Tabla 3-10 se aplicará la fórmula para determinar la distancia mínima en metros a la que se debe de ubicar el Access Point con datos $E = 3 \text{ V/m}$ y $P = 0,1 \text{ W}$.

$$d = \frac{7}{E} \sqrt{P} \text{ (m)}$$

$$d = \frac{7}{3} \sqrt{0,1} \text{ (m)}$$

$$d = 0,7378 \text{ (m)}$$

Luego de realizar las operaciones respectivas se determina que se debe ubicar un Access Point a una distancia no menor de 0,7378 metros del equipo Revolution XRD.

3.7.2.4 Análisis equipo General Electric Light Speed VCT

Para el tomógrafo General Electric Light Speed VCT su manual de usuario (ANEXO H) incluye la tabla de declaración que se muestra en la Tabla 3-11.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
Pruebas de inmunidad	Nivel de prueba IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad d	Guía de entorno electromagnético d(m)
RF conducida IEC 61000-4-6	3V 150kHz – 80MHz	3V	$d = \frac{3.5}{3} \sqrt{P}$
RF radiada IEC 61000-4-21	3V/m 80MHz – 2.5GHz	3V/m	$d = \frac{3.5}{3} \sqrt{P}$ 80MHz – 800MHz $d = \frac{7}{3} \sqrt{P}$ 800MHz – 2.5GHz
Equipos de comunicación de radio frecuencia portables y móviles no deben ser usados más cerca de cualquier parte del Light Speed 7.X, incluyendo cables, que la distancia de separación calculada de la ecuación aplicada a la frecuencia del transmisor. Donde: P es la potencia de salida máxima del transmisor en vatios (W) de acuerdo con el fabricante del transmisor y d es la distancia de separación recomendada en metros (m). Intensidades de campo de transmisores de RF fijos, según lo determinado por un estudio electromagnético ^[a] , debe ser menor que el nivel de cumplimiento en cada rango de frecuencias ^[b] .			
[a] Intensidades de campo de transmisores fijos, tales como estaciones base para radioteléfonos (celulares / inalámbricos) y radios móviles terrestres, equipos de radioaficionados, AM y FM de radio y televisión no se pueden predecir con exactitud. Para evaluar el entorno electromagnético debido a transmisores de RF fijos, un estudio electromagnético puede ser considerado. Si la intensidad de campo medida en el lugar en el que se utiliza el sistema supera el nivel de cumplimiento de RF aplicable anteriormente, el sistema debe ser observado para			

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética

<p>verificar el funcionamiento normal. Si ocurriera un funcionamiento anormal, las medidas adicionales que sean necesarias, como cambiar la orientación, el blindaje o la reubicación del Light Speed 7.X.</p>
--

<p>[b] En el rango de frecuencia de 150 kHz a 80 MHz, las intensidades de campo deben ser inferiores a 3 V/m.</p>
--

Tabla 3-11 Declaración del fabricante sobre EMC de los equipos General Electric Light Speed VCT

Como se indica en las especificaciones del fabricante se realizará los cálculos necesarios para determinar la distancia mínima para la utilización de Access Point cerca de este equipo. Se utilizarán el siguiente dato del Access Point $P = 0,1 \text{ W}$.

$$d = \frac{7}{3} \sqrt{P} \text{ (m)}$$

$$d = \frac{7}{3} \sqrt{0,1} \text{ (m)}$$

$$d = 0,7378 \text{ (m)}$$

Al aplicar el estándar se puede observar que no se debe ubicar los Access Point a una distancia menor de 0,7378 metros al igual que en el caso anterior. El manual de usuario (ANEXO H) además especifica que para no afectar a otros equipos electrónicos estos no deben de acercarse a menos de 1 metro del tomógrafo

La unidad UPS o la Unidad de Distribución de Energía como se observa en la Figura 3-28. Por este motivo para garantizar la seguridad del tomógrafo como de los Access Points la distancia mínima recomendada deberá ser de 1 metro.

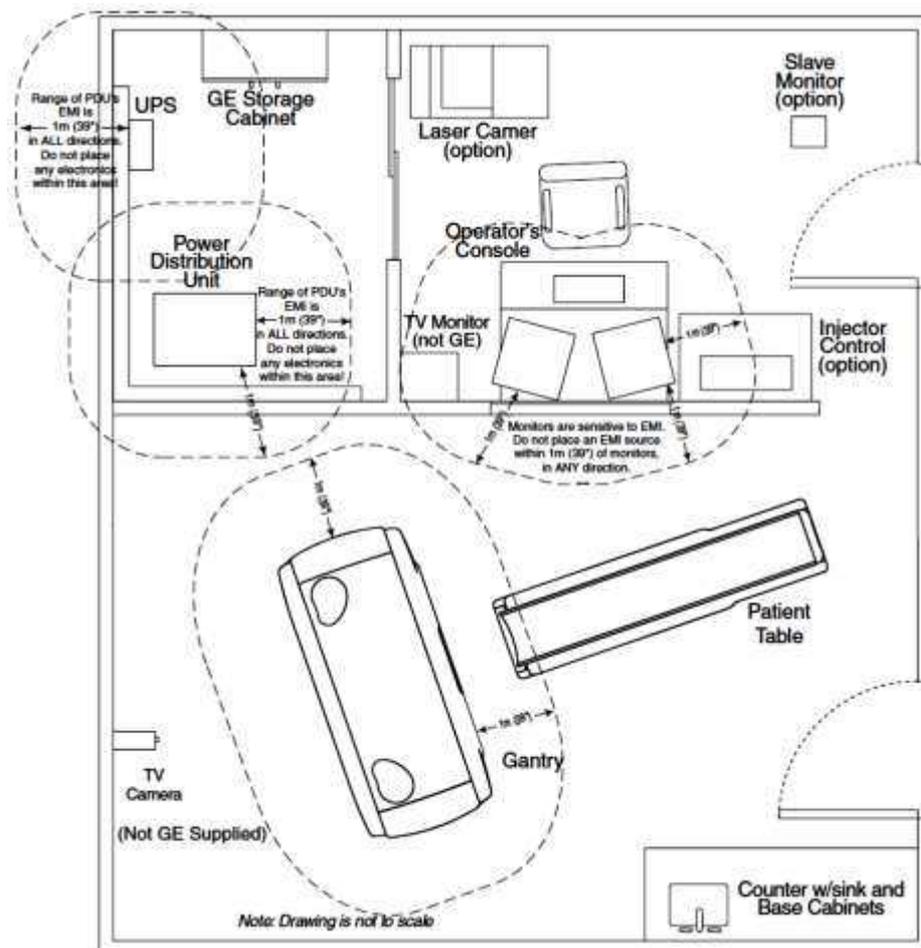


Figura 3-28 Distancia de separación recomendada entre equipos electrónicos y el equipo General Electric Light Speed VCT para no afectar a los primeros ⁵⁵.

3.7.2.5 Análisis equipo Philips Integris V3000

Otro equipo de esta área es el sistema de Rayos X Vascular de modelo Philips Integris V3000, este equipo se lo conoce como un equipo de la serie BV-29 y su manual de usuario (ANEXO I) indica con respecto a la compatibilidad electromagnética que únicamente en el caso de existir un transmisor de alta frecuencia de elevada potencia podría suceder un fallo de su funcionamiento.

⁵⁵ Fuente: Manual de usuario equipo "General Electric Light Speed VCT"

El manual de servicio del equipo en sus especificaciones sobre los requerimientos del medio ambiente, indica que para frecuencias en un rango de 300 Hz a 16 kHz el ruido acústico debe ser menor de 45 dB a una distancia de 1 metro.

Debido a que la información obtenida por los manuales proporcionados por la empresa fabricante no es suficiente para realizar este análisis se utilizará la que presenta el equipo generador de rayos x MRC que utilizan varios equipos entre ellos los Philips Integris V3000 como lo indican sus especificaciones (ANEXO N). La información presentada por este manual se puede observar en la Tabla 3-12.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
Pruebas de inmunidad	Nivel de prueba IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad	Guía de entorno electromagnético d(m)
RF conducida IEC 61000-4-6	3Vrms 150kHz – 80MHz	3Vrms	La serie VZW2554 de generadores de rayos-X debe ser utilizada sólo en un lugar resguardado con un mínimo de eficacia y protección de RF, cada cable que entra en el lugar debe estar protegido, al menos la atenuación debe ser de 40dB para el filtro de RF de 30 a 230 MHz y 47 dB de 230 MHz a 1 GHz. (El mínimo de 30 MHz es 40 dB y el mínimo en 230 MHz es 47 dB.) Las intensidades de campo fuera del lugar protegido de los transmisores de RF fijos deben ser determinadas por un estudio electromagnético, este debe ser inferior a 3 V / m.a
RF radiada IEC 61000-4-3	3V/m 80MHz – 2.5GHz	3V/m	

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética

NOTA 1: Estas directrices no se aplican a todas las situaciones. La propagación electromagnética se ve afectada por la absorción y reflexión de estructuras, objetos y personas.

NOTA 2: Es esencial que la eficacia real de protección y atenuación del filtro de la ubicación blindada debe ser verificada para asegurar que cumplen con las especificaciones mínimas.

Las intensidades de campo de transmisores fijos, tales como estaciones base para radioteléfonos (celulares / inalámbricos) y radios móviles terrestres, equipos de radioaficionados, AM y FM de radio y televisión no se puede predecir con exactitud. Para evaluar el entorno electromagnético debido a transmisores de RF fijos, un estudio electromagnético debe ser considerado. Si la intensidad de campo medida en el lugar en el que se utiliza la serie VZW2554 de generadores de rayos X supera el nivel de cumplimiento de RF, el generador de rayos X debe ser observado para verificar el funcionamiento normal. Si ocurriera un funcionamiento anormal, las medidas adicionales que sean necesarias, tales como la reorientación o reubicación del generador de rayos-X.

Tabla 3-12 Declaración del fabricante sobre EMC de los equipos de rayos x con generador MRC de Philips

La Tabla 3-12 nos indica que esta pieza de equipo debe estar con filtros que atenúen la señal de frecuencias entre 30 MHz a 1 GHz de 40 dB a 47 dB. Las recomendaciones del equipo que se encuentra con filtro interno, indican que para frecuencias de 300 Hz a 16 kHz el ruido acústico debe de ser menor de 45 dB.

Debido a que los Access Points no se encuentran entre las frecuencias con restricción para que causen algún efecto en el equipo de Rayos X, además de que la potencia de salida de 100 mW es muy débil comparado con los equipos de transmisores fijos que se explican en la Tabla 3-12 ya que poseen potencias que van de 100 W a 1000 W ,⁵⁶ no es necesario realizar un análisis para la colocación de los Access Points seleccionados como se indica en el mismo literal de esta Tabla.

⁵⁶ Fuente: <http://www.transmisoresradio.com/>

3.7.2.6 Análisis equipo Terason t3000

Para finalizar se analizará el equipo de ultrasonido portátil utilizado en los quirófanos durante las operaciones, este es equipo es de marca TERASON t3000 y por ser portátil se lo utiliza en los quirófanos existentes por lo que no posee una sola ubicación fija.

Como este equipo se utiliza al momento de realizar una operación siempre funciona dentro de un quirófano. En su guía de usuario (ANEXO M) se puede observar la guía de declaración de inmunidad electromagnética que se muestra en la Tabla 3-13, que determina la distancia de separación recomendada para evitar que ocurra interferencia al equipo médico eléctrico.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
Pruebas de inmunidad	Nivel de prueba IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad d	Guía de entorno electromagnético d(m)
RF conducida IEC 61000-4-6	3Vrms 150kHz – 80MHz	[V1] = 3Vrms	$d = \frac{3.5}{V1} \sqrt{P}$
RF radiada IEC 61000-4- 21	3V/m 80MHz – 2.5GHz	[E1] = 3V/m	$d = \frac{3.5}{E1} \sqrt{P}$ 80MHz – 800MHz $d = \frac{7}{E1} \sqrt{P}$ 800MHz – 2.5GHz
Equipos de comunicación portables y móviles deben ser separados del Sistema de Ultrasonido Terason por una distancia no menor que la calculada/listada. Donde: P es la potencia de salida máxima del transmisor en vatios (W) de acuerdo con el fabricante del transmisor y d es la distancia de separación recomendada en metros (m). Intensidades de campo de transmisores, según lo determinado por un estudio electromagnético, debe ser menor que le nivel de conformidad (V1 y E1)			

Tabla 3-13 Declaración del fabricante sobre EMI del equipo Terason t3000

De igual manera como en los casos anteriores se realizan los cálculos necesarios para determinar la distancia mínima para la utilización de Access Point cerca de este equipo para lo que se utilizarán los siguientes datos: $P = 0,1 \text{ W}$ y $E1 = 3 \text{ V/m}$.

$$d = \frac{7}{E1} \sqrt{P} \text{ (m)}$$

$$d = \frac{7}{3} \sqrt{0,1} \text{ (m)}$$

$$d = 0,7378 \text{ (m)}$$

Para cumplir con el estándar se determina que no se debe ubicar los Access Point a una distancia menor de 0,7378 metros de las posibles ubicaciones del equipo dentro de los quirófanos.

3.7.2.7 Ubicación de los Access Points en la Planta Baja

Una vez que se realizó el análisis de los equipos médicos eléctricos en el área se determinan las zonas en las cuales no pueden ubicarse los Access Point, según los cálculos realizados por el estándar.

En la Figura 3-29 se puede observar las zonas en las cuales no pueden ubicarse los Access Points, estas zonas están marcadas en color celeste y los equipos médicos eléctricos se encuentran en color verde.

Como se puede observar en la Figura 3-29 la zona más amplia de restricción se muestra en los quirófanos debido a que en esta ubicación se utiliza el equipo de ultrasonido portátil Terason t3000, el cual no posee una ubicación fija por lo que esta área queda restringida para la ubicación de los Access Points.

Con estas zonas determinadas mediante el uso del programa "*Interpret Air*" se realiza la ubicación de los Access Points con el fin de cubrir las áreas donde se requiere el servicio. En la Figura 3-30 se observa la posición de los Access Points con lo que se cubre todas las áreas con el servicio pero no sin ubicar ninguno dentro de las áreas de exclusión.

Como se observa en la Figura 3-30 es necesario un total de 13 Access Points que se encuentren en estas ubicaciones con lo cual se puede cubrir con el servicio el total del área de la Planta Baja, esto se da debido a la forma de construcción del edificio y la cantidad de muros de separación en ciertas áreas.

Se puede observar que en varias áreas abiertas y separadas por muros de vidrio en donde se encuentran los Access Points número 7, 8 y 9 de la Figura 3-28 no es necesario ubicar más que 3 Access Points. En la Figura 3-31 se observa el área que se cubre con esta disposición de equipos y que se posee una potencia no menor a -70 dBm por lo que es posible establecer una conexión.

En la Figura 3-32 se observa que la velocidad de transmisión en las diferentes áreas es muy alta y que se mantiene en los 54Mbps. Existen pocos sitios con velocidades extremadamente bajas, pero son aquellos que se encuentran fuera del edificio.

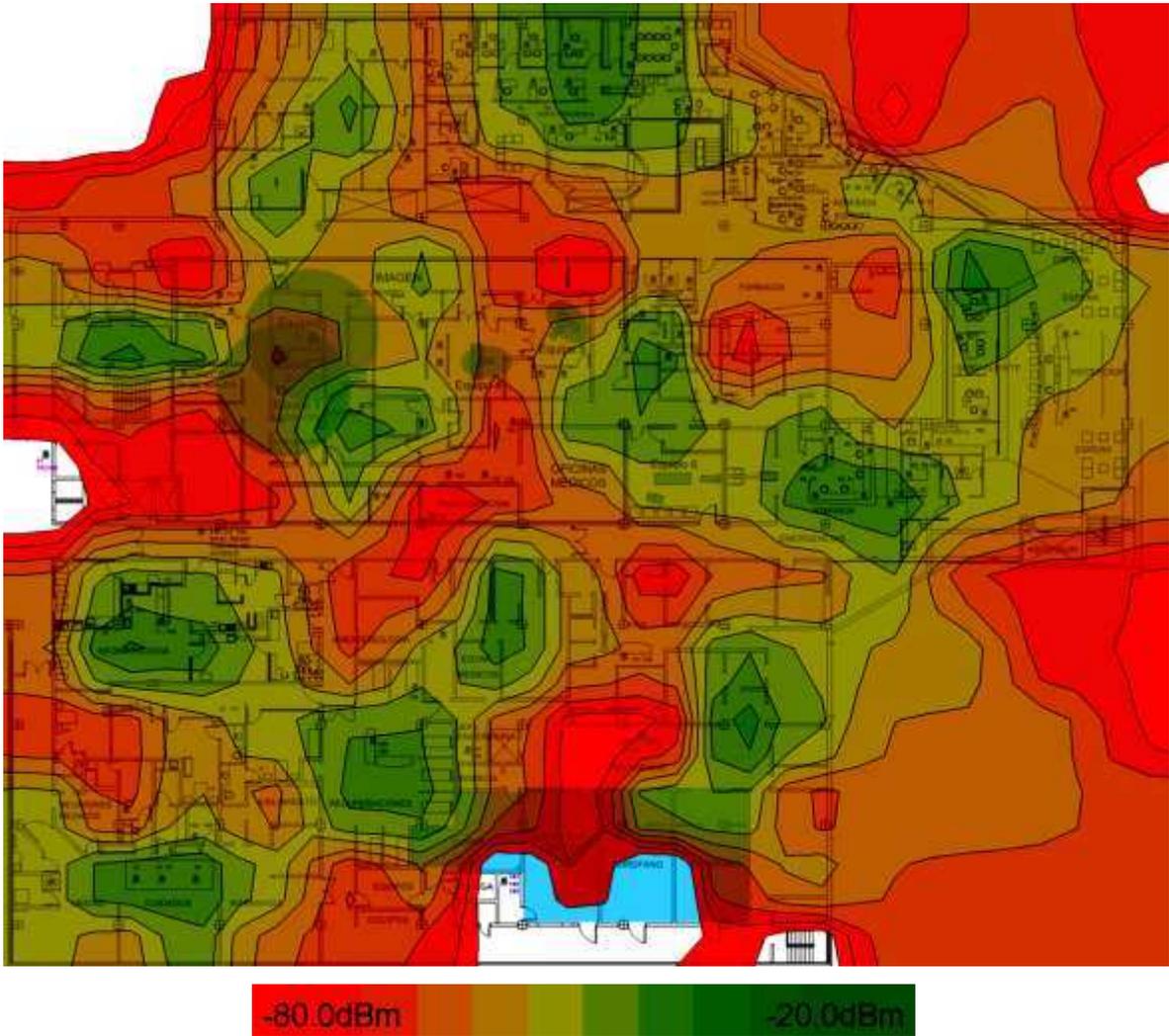


Figura 3-31 Zona de cobertura Planta Baja



Figura 3-32 Velocidades de transmisión Planta Baja

3.7.3 ÁREA SUBSUELO

Como se especificó en el Subcapítulo 3.6.1 y en Subcapítulo 3.6.2 únicamente se debe de analizar el área de resonancia magnética antes de ubicar los Access Point, en esta se encuentran los equipos médicos eléctricos de resonancia magnética Philips Intera de 1.5 Teslas y 3.0 Teslas. Estos equipos se encuentran juntos uno alado del otro y se instalaron con las especificaciones de la empresa fabricante. En la Figura 3-33 se muestra la ubicación específica de los equipos en esta área de Resonancia Magnética, el área esta marcada en color naranja.

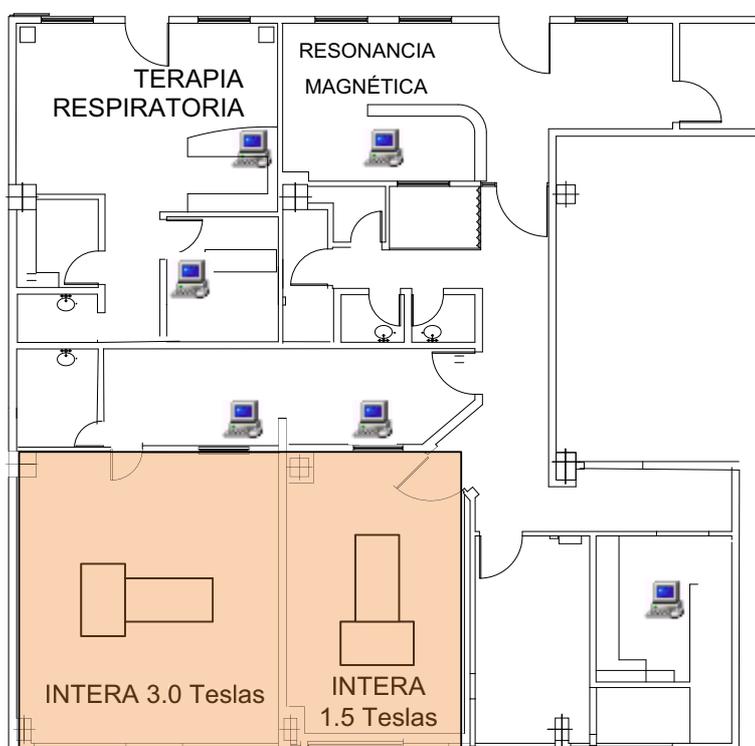


Figura 3-33 Ubicación equipos en Resonancia Magnética

3.7.3.1 Análisis equipo Philips Intera de 1.5 y 3 Teslas

Para estos equipos en su guía de usuario se puede observar que cumple con los estándares 60601-1-2 de compatibilidad e inmunidad electromagnética (ANEXO F), del cual se puede observar en la Tabla 3-14 las especificaciones para la ubicación de equipos de Radio Frecuencia cerca a estos equipos.

Guía y declaración del fabricante - inmunidad electromagnética			
Pruebas de inmunidad	Nivel de prueba IEC 60601-1-2	Nivel de conformidad	Guía de entorno electromagnético d(m)
RF conducida IEC 61000-4-6	3V 150kHz – 80MHz	3V	$d = 1.2\sqrt{P}$
RF radiada IEC 61000-4-2	3V/m 80MHz – 2.5GHz	3V/m	$d = 1.2\sqrt{P}$ 80MHz – 800MHz $d = 2.3\sqrt{P}$ 800MHz – 2.5GHz
<p>Equipos de comunicación de radio frecuencia portables y móviles no deben ser usados más cerca de cualquier parte del sistema, incluyendo cables, que la distancia de separación calculada de la ecuación aplicada a la frecuencia del transmisor. Donde: P es la potencia de salida máxima del transmisor en vatios (W) de acuerdo con el fabricante del transmisor y d es la distancia de separación recomendada en metros (m). Intensidades de campo de transmisores de RF fijos, según lo determinado por un estudio electromagnético [nota a], debe ser menor que el nivel de cumplimiento en cada rango de frecuencias [nota b & c].</p>			
<p>[Nota a] Intensidades de campo de transmisores fijos, tales como estaciones base para radioteléfonos (celulares / inalámbricos) y radios móviles terrestres, equipos de radioaficionados, AM y FM de radio y televisión no se pueden predecir con exactitud. Para evaluar el entorno electromagnético debido a transmisores de RF fijos, un estudio electromagnético puede ser considerado. Si la intensidad de campo medida en el lugar en el que se utiliza el sistema supera el nivel de cumplimiento de RF aplicable anteriormente, el sistema debe ser observado para verificar el funcionamiento normal. Si ocurriera un funcionamiento anormal, se debería cambiar la orientación o la reubicar el sistema.</p> <p>[Nota b] En el rango de frecuencia de 150 kHz a 80 MHz, las intensidades de campo deben ser inferiores a 3 V / m.</p> <p>[Nota c] El sistema de Resonancia Magnética es un dispositivo que intencionalmente recibe la radiación electromagnética de radiofrecuencia con el fin de su funcionamiento y está exento de los requisitos de rendimiento en la banda de la exclusión (frecuencia de operación). Esto puede incluir otros dispositivos de Resonancia Magnética cerca del sistema que utiliza la misma frecuencia de operación</p>			

Tabla 3-14 Declaración del fabricante sobre EMI de los equipos Philips Intera

Para determinar la distancia mínima para ubicar el Access Point que posee una potencia de salida de $P = 100 \text{ mW}$ sin que se produzca interferencia a los equipos se utilizará la siguiente fórmula:

$$d = 2,3\sqrt{P} \text{ (m)}$$

$$d = 2,3\sqrt{0,1} \text{ (m)}$$

$$d = 0,7273 \text{ (m)}$$

Como se puede observar la distancia mínima a la cual se debe de acercarse un Access Point es de 0,72 metros sin afectar el funcionamiento o seguridad del equipo médico eléctrico.

A pesar de esto el campo magnético producido por el equipo cuando este se encuentra funcionando es tan fuerte que puede dañar equipos electrónicos cercanos así como lo explica su manual de descripción técnica (ANEXO F).

En este manual se indica mediante la Figura 3-34 de la distribución del campo magnético en las cercanías del equipo que el campo magnético a una distancia de 3 metros tiene una fuerza de 5 mT. En el mismo manual se indica que es necesario 1 mT para dañar tarjetas de crédito, discos duros, etc.

Por esta razón el área donde se encuentran los equipos está restringida de ingresar equipos metálicos o electrónicos con el fin de impedir que el campo magnético cause daños a estos equipos como los son los Access Points y equipos con funcionamiento Wi-Fi.

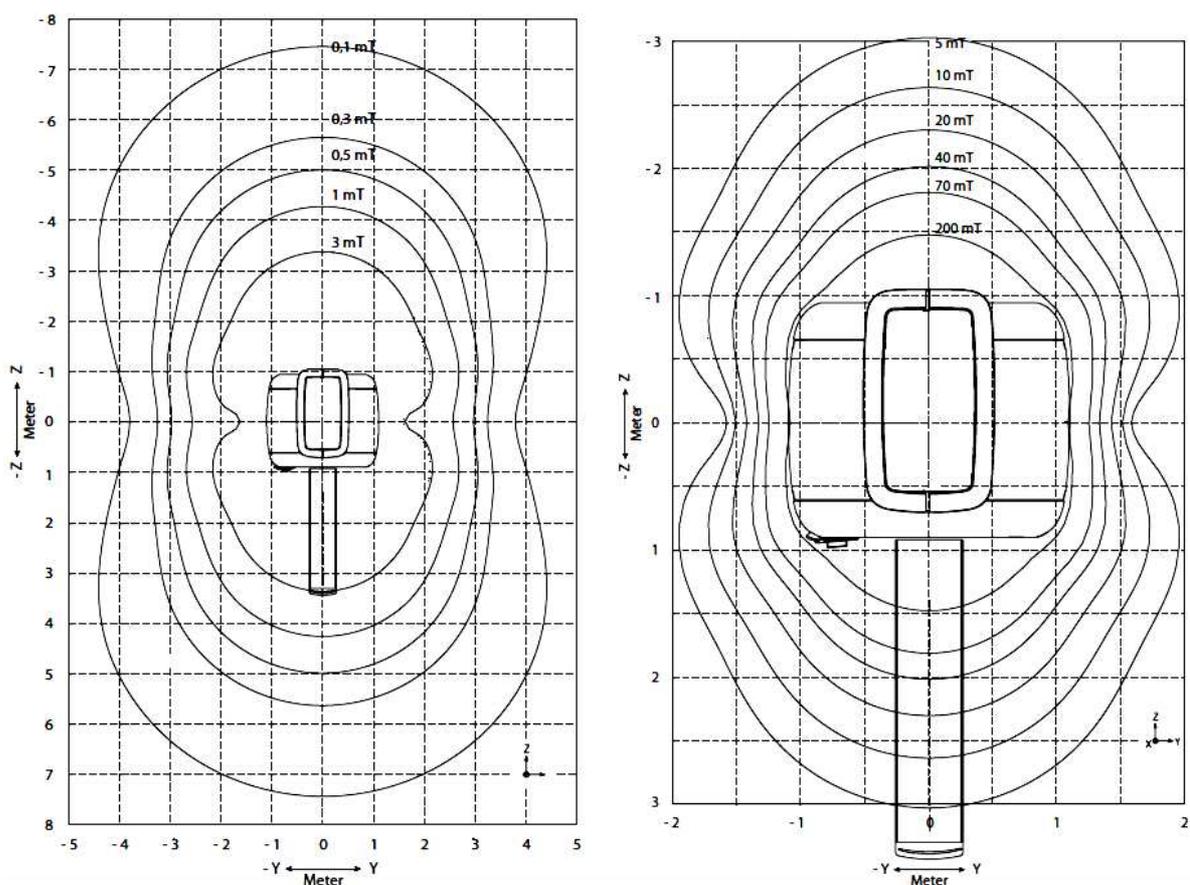


Figura 3-34 Distribución del campo magnético de un equipo Philips Intera⁵⁷

Debido a estas advertencias indicadas en el manual de descripción técnica del equipo, por seguridad de los Access Points no se ubicará ninguno de ellos dentro de estas áreas apantalladas ya que pueden sufrir daños o interferencia en la transmisión de datos.

3.7.3.2 Ubicación de los Access Points en el subsuelo

Al no existir ningún otro caso de equipos médicos eléctricos que requieran de un análisis especial sobre compatibilidad electromagnética se puede proceder con la ubicación de los equipos, con la única restricción de no ubicarlos en el área donde se encuentran los equipos Philips Intera. Mediante el programa “*Interpret Air*” se puede determinar la mejor ubicación de los equipos para cubrir todas las áreas.

⁵⁷ Fuente: Manual de descripción técnica para equipos de resonancia magnética marca Philips

Esta ubicación fue determinada para poder tener señal en todas las áreas, por el modelo de construcción que se explico en el Subcapítulo 3.1 es necesario un mayor número de Access Point llegando a los 16 equipos, como se observa en la Figura 3-35.

Mediante esta ubicación de los equipos se pueden cubrir todas las áreas con un nivel de señal no menor a -70 dBm y excluyendo todo equipo del área de resonancia lo que se puede observar en la Figura 3-36.

En la Figura 3-37 se observa que la velocidad de transmisión es de 54 Mbps excepto la parte inferior izquierda, lo cual no es problema debido a que en esta zona es la de resonancia magnética y se encuentra exenta del servicio.



Figura 3-35 Ubicación de Access Points Subsuelo

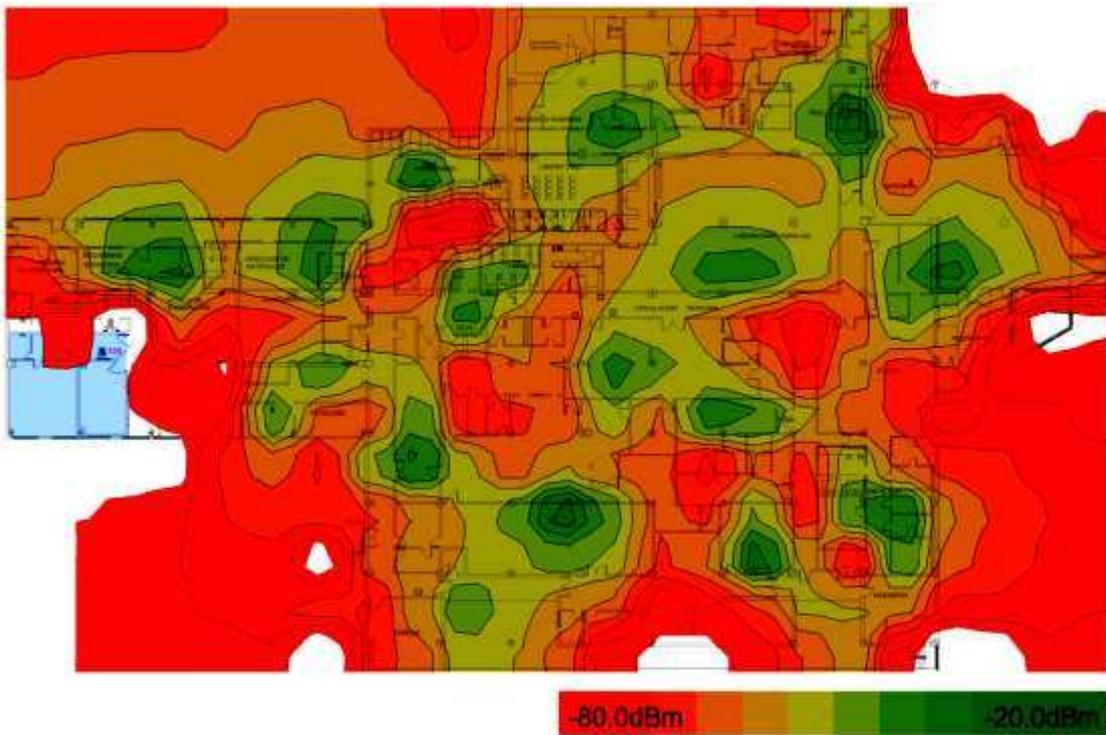


Figura 3-36 Zona de cobertura Subsuelo



Figura 3-37 Velocidades de transmisión en Planta Baja

3.7.4 AESCULAPIOS

Como se explicó en el Subcapítulo 3.6.5 en esta zona ubicada en el edificio de *Meditrópoli* únicamente se prestará el servicio en la primera sub área en la cual existen dos equipos General Electric por lo que se requiere un análisis con el estándar IEC 60601-1-2. Estos dos equipos se encuentran dispuestos como se observa en la Figura 3-38.



Figura 3-38 Disposición de equipos médicos eléctricos en *Aesculapios*

3.7.4.1 Análisis de los equipos General Electric Light Speed VCT y Voluson E8

Con respecto al primer equipo es un Tomógrafo General Electric Light Speed VCT el cual ya se realizó el análisis respectivo en el Subcapítulo 0 en el cual se determinó que la distancia de separación mínima recomendada para los Access Points que se utilizará es de 0,7378 metros.

El segundo equipo existente en esta área es un ultrasonido General Electric Voluson E8 que de la misma manera fue analizado en el Subcapítulo 3.7.2.1 y se determinó que su distancia mínima de separación para los Access Points es de 5 metros.

3.7.4.2 Ubicación de los Access Points en Aesculapios

Una vez analizados los equipos médicos eléctricos en el área se determinan las zonas en las cuales no pueden ubicarse los Access Points que se pueden observar en la Figura 3-39 marcadas en azul.

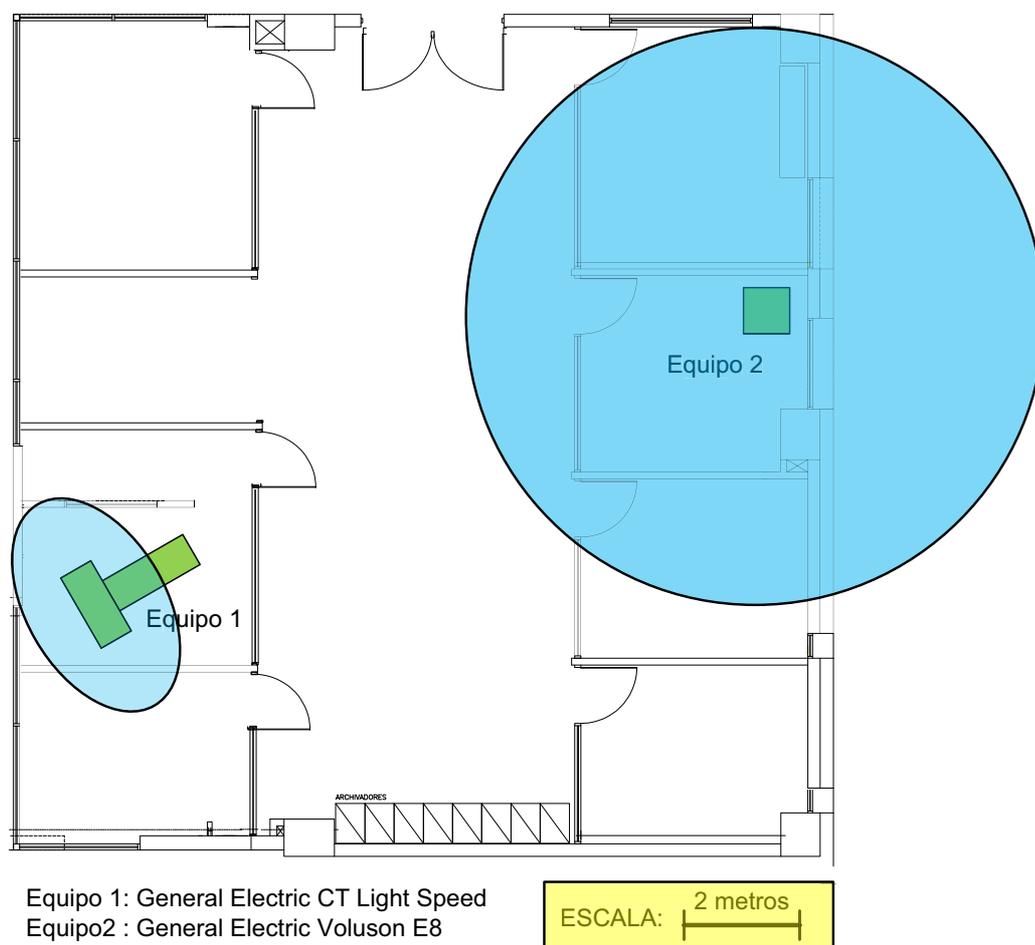


Figura 3-39 Zonas en las cuales no se pueden colocar Access Points en Aesculapios

Determinadas las zonas en las cuales no se pueden instalar los equipos se procede a utilizar el programa "Interpret Air" para determinar la mejor ubicación de de los mismos de tal manera de cubrir con la señal el área. Esta disposición de los Access Points se puede observar en la Figura 3-40.

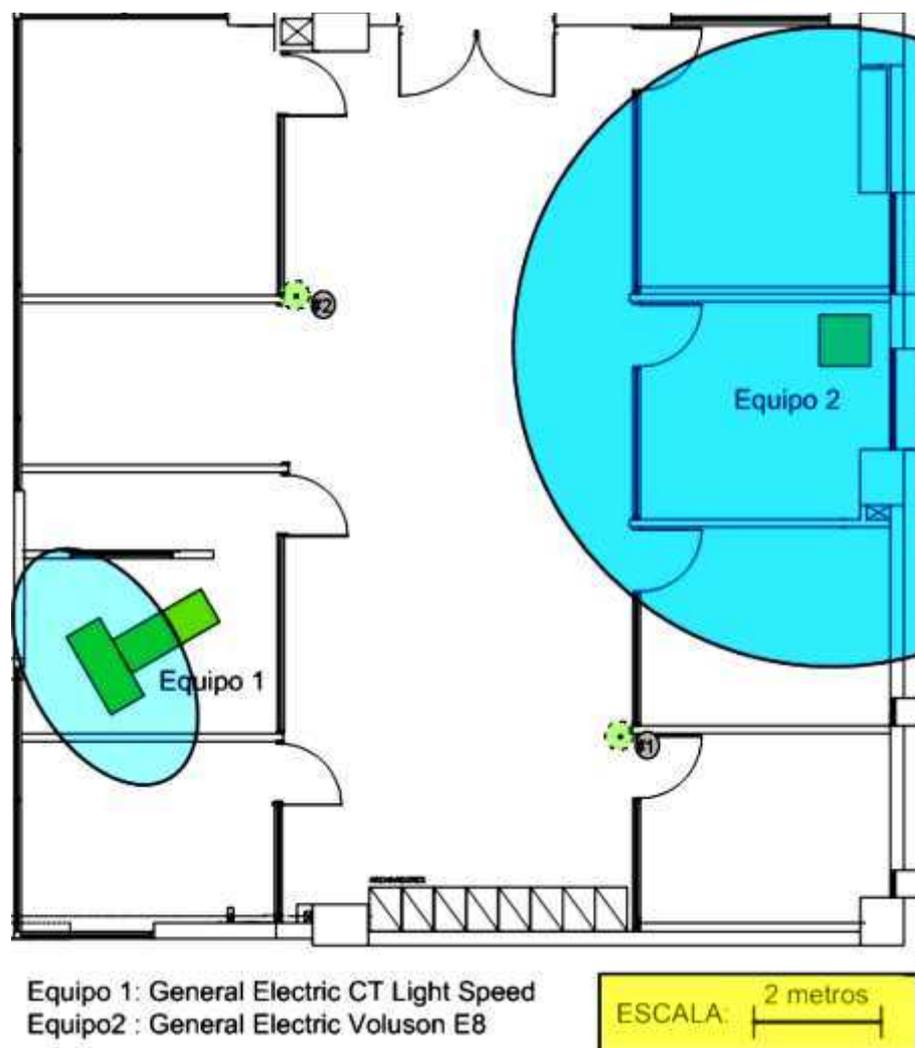


Figura 3-40 Ubicación Access Points en Aescalapios

Con la ubicación de los 2 equipos como se observa en la Figura 3-40 se cubren las áreas requeridas para este servicio con una potencia aceptable, como se puede observar en la Figura 3-41.

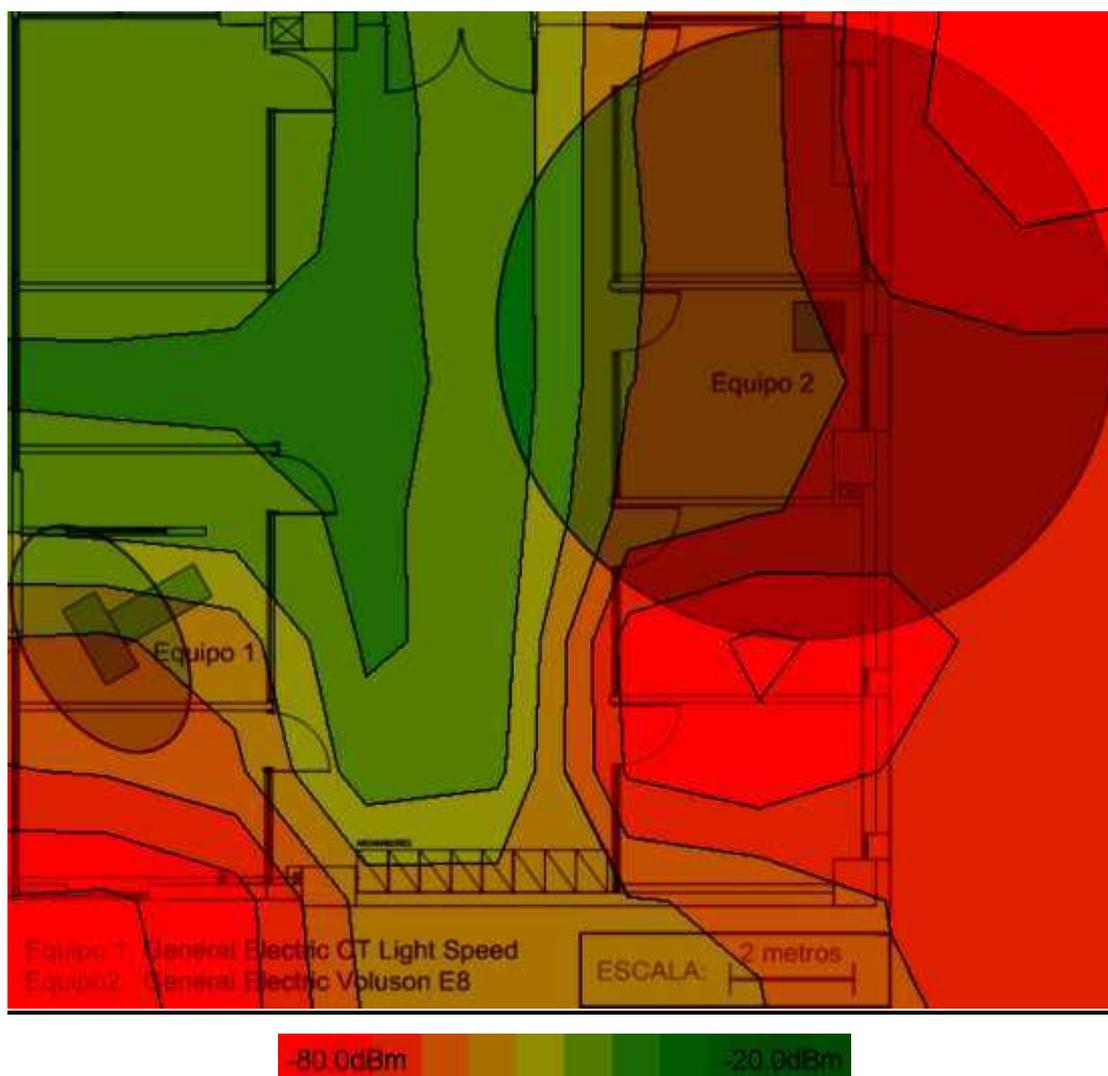


Figura 3-41 Zona de cobertura *Aesculapios*

En la Figura 3-42 se puede observar las velocidades de transmisión en el área de Aesculapios. Las velocidades están por los 54 Mbps.



Figura 3-42 Velocidad de transmisión en Aesculapios

3.8 CONEXIÓN DE LA WLAN A LA RED CABLEADA

Para la conexión de los equipos con la red cableada se utilizará el sistema de cableado estructurado ya existente, conectando los Access Points al cuarto de comunicaciones más cercano los cuales se detallaron en el Subcapítulo 2.5.

Con el fin de disminuir el cableado necesario se utilizarán Switches con tecnología PoE (Power over Ethernet) con la cual la energía necesaria para el funcionamiento de los Access Points se envía por el mismo cableado Ethernet. Para esto tanto el Access Point como el Switch de Acceso al que se conecta deben de tener tecnología PoE.

Como se explica en el Subcapítulo 2.6.1 ya existe un equipo “*Wireless LAN Controller WX5002*” que se encarga de la administración de la red inalámbrica existente, el mismo que entre sus ventajas nos brinda la posibilidad de controlar hasta un máximo de 64 Access Points con actualización de software, lo cual es suficiente para cubrir nuestros requerimientos.

Para poder conectar todas las nuevas antenas únicamente es necesario 3 Switches PoE que se ubicarán en los cuartos de telecomunicaciones de ambiental, el capellán y en el edificio *Meditrópoli*, con lo que se puede abarcar los requerimientos del proyecto, esto debido a que en el cuarto de telecomunicaciones de bodega de sistemas ya existe un switch “3COM 4500 PWR de 48 puertos” que tiene libres un total de 27 puertos libres.

Como el switch ubicado en el cuarto de telecomunicaciones del capellán estará a cargo de la conexión de los Access Points de los pisos C1, C2 y Planta Baja; este se conectará a 23 Access Points y al “*Wireless LAN Controller WX5002*” por lo que se requieren de 24 puertos. Se recomienda adquirir un equipo de 48 puertos para dejar puertos libres teniendo en cuenta un crecimiento de la red.

En el caso de los otros dos switches, el uno ubicado en el cuarto de telecomunicaciones de ambiental que soportará 8 Access Points y el otro de *Aesculapios* al que únicamente se conectarán 2 Access Points, como no se venden switches PoE con un número menor de 24 puertos se deberán de adquirir estos, además para dejar varios puertos libres para una posible ampliación de la red.

Como se observa en la Tabla 3.4 se determino que cada Access Point llegará a manejar un tráfico de 7,62 Mbps como máximo. Este cálculo se realizó tomando en cuenta el área de Laboratorio que es la de mayor concentración de personal.

El resto de áreas en el hospital poseen menos personal, que según informes de Recursos Humanos la media es de 13 personas que equivale a la mitad del personal que posee el área de Laboratorio. Debido a estos datos de personal se calcula que el consumo de ancho banda por Access Point es equivalente a la mitad calculada en el área de Laboratorio, este valor es de 3,81 Mbps.

Como para el proyecto se requieren Switches que transportarán la información de máximo 23 equipos, estos deben de soportar la carga de 87,63 Mbps. Con esto también se define que deben de poseer enlaces que soporten 100Mbps con el equipo "Wireless LAN Controller WX5002".

Para cumplir los requerimientos los Switches PoE se conectarán los Access Points mediante cable UTP categoría 6 EIA/TIA 568-B, estos Switches deberán de conectarse con el equipo "Wireless LAN Controller WX5002" existente en la Bodega de Sistemas, este enlace será con cable UTP categoría 6 a excepción de el equipo de las Torres Médicas que se conectará con Fibra multimodo 1000BASE-SX por superar la distancia de 100 metros. El modelo de conexión se observa en la Figura 3-43.

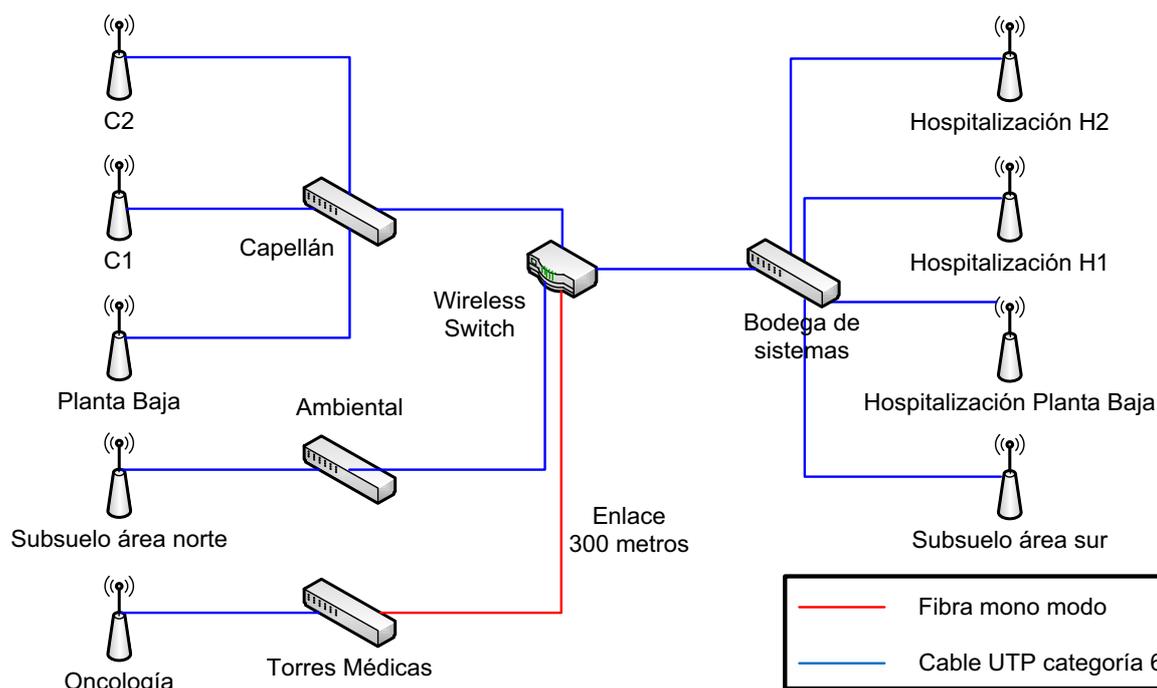


Figura 3-43 Forma de conexión de la red inalámbrica con la red cableada

El tipo de conexión con los switches es mediante la configuración de los puertos como enlaces troncales para que puedan transportarse las VLANs hacia las antenas y al equipo “*Wireless LAN Controller WX5002*”. La configuración de los switches se observa en el (ANEXO O).

3.9 VLANS Y DIRECCIONAMIENTO IP

Al ser un requerimiento de la empresa la compatibilidad con la red cableada por los posibles proyectos a implementarse en un futuro, lo que básicamente requiere la empresa es que la red inalámbrica sea una extensión de la red cableada existente para varios segmentos como:

- Pacientes.
- Administración (red para administrar equipos).
- Administrativo (red empleados).
- Médicos.
- Wireless Médicos.
- Voz.

La VLAN de administración es una petición por parte del *Departamento de Sistemas* debido a la necesidad de monitorear toda la red con seguridad. Los otros segmentos son necesarios para pruebas de futuros proyectos como el segmento administrativo que se requiere para dar servicio a los técnicos de las varias empresas y algunos ejecutivos de la institución con equipos portátiles que utilicen Wireless.

Para el segmento Médicos se tiene previsto utilizarlo en el proyecto de historia clínica electrónica por la necesidad de los Doctores para acceder a los servicios del mismo. Por último el segmento Voz es un requerimiento para la posible implementación de teléfonos IP para facilitar la comunicación dentro de la institución.

Debido a estos requerimientos las VLANs deberán poseer el mismo direccionamiento IP que en el segmento cableado, de tal manera que el sistema se comporte como un switch dentro de la red de la institución. Para facilitar la conexión de los equipos portátiles estas VLANs tendrán como SSID el mismo nombre que el segmento como se observa en la Tabla 3-15 Definición de segmentos y VLANs.

Segmentos	SSID	VLAN
Pacientes	Pacientes	3
Administración	Default	1
Administrativo	Administrativo	5
Médicos	Médicos	8
Wireless Médicos	Wireless_Medicos	9
Voz	Voz	10

Tabla 3-15 Definición de segmentos y VLANs

Para todas estas VLANs que se utilizarán en el proyecto la institución tiene activo el servicio DHCP con sus rangos de direcciones determinados, estos rangos son direcciones privadas de clase B con subredes de mascara 255.255.252.0. Por motivos de seguridad para la empresa no se detallarán los rangos de direcciones o los segmentos a los que pertenecen.

Debido a que los usuarios de las diferentes VLANs se encuentran dispersos en las áreas del Hospital y no concentrados por pisos o zonas, los Access Points deben de tener configuradas todas las VLANs por lo que no existe distribución de las mismas.

3.10 CONFIGURACIÓN, SEGURIDAD Y ADMINISTRACIÓN ^[W14]

En estos aspectos la seguridad debe ser tal que no sea muy complejo el acceder a la red para los usuarios y que tenga restricciones de acceso a equipos o redes no autorizadas que sean difíciles de superar para los intrusos. En varias de estas VLANs es necesario que una sola vez se ingrese los datos de autenticación, ya que sería molesto para los usuarios realizar este proceso a diario generando quejas y fallas de ingreso.

Además no debe de ser muy complejo para no aumentar el valor de la misma y facilitar su mantenimiento. Otro punto a tomar en cuenta es que debe de ser compatible con los diversos equipos de los pacientes y los protocolos de seguridad y estándares que utilicen.

También debe de tomarse en cuenta que varios pacientes de la institución que no tienen acceso a Internet verán la manera de ingresar a cualquier red disponible. Si llega a darse pueden surgir varios problemas dependiendo del grado de conocimiento del intruso, pudiendo incluso capturar información confidencial y acceder a los servidores de datos.

En la Tabla 3-16 Cumplimiento de requerimientos para seleccionar el protocolo de seguridad se examinarán los métodos de seguridad y su nivel de cumplimiento de los requerimientos del proyecto, para determinar la elección del método de seguridad.

Requerimientos	WEP	WPA	RADIUS
Nivel de seguridad	bajo	medio	alto
Implementación Institución	fácil	fácil	difícil
Configuración usuario	fácil	fácil	difícil
Costo de implementación	bajo	bajo	medio

Tabla 3-16 Cumplimiento de requerimientos para seleccionar el protocolo de seguridad

Como se observa en la Tabla 3-16 Cumplimiento de requerimientos para seleccionar el protocolo de seguridad la mejor opción que está acorde a los requerimientos es WPA (Wi-Fi Protected Access). La selección de este método de seguridad se da por la vulnerabilidad a ataques por parte de WEP, lo que no puede permitirse en la red de la institución y la complejidad de la implementación de un sistema RADIUS que representaría una inversión mayor.

En relación a la administración como se indicó en el Subcapítulo 2.7.1 la institución actualmente administra sus equipos inalámbricos mediante un equipo "Wireless LAN Controller WX5002" el cual se utiliza para la administración de todas las antenas del área de *Hospitalización*. Este equipo posee un software propietario el cual está sub-utilizado.

Este equipo soporta con actualización de software hasta un máximo de 64 Access Points para su administración y posee la capacidad de aumentarla mediante la conexión en cascada con otro equipo similar.

Como se indica en los Subcapítulos 2.4.1 y 3.7 los equipos necesarios por áreas suman 61 por lo que no únicamente es necesaria una actualización de software, estos datos del número de Access Points por áreas se muestran en la Tabla 3-17.

Área	Número Access Points
Subsuelo	16
Planta Baja	13
C1	5
C2	5
Aesculapios	2
Hospitalización planta baja	7
Hospitalización 1	7
Hospitalización 2	6
Total	61

Tabla 3-17 Numero de Access Points en la institución

Este equipo posee una interface WEB para la configuración del mismo lo cual facilita la implementación del proyecto. Como este equipo se encuentra actualmente en funcionamiento la configuración básica del mismo ya se realizó por lo que únicamente hay que añadir los nuevos equipos y las VLANS.

3.10.1 CONFIGURACIÓN DE NUEVOS ACCESS POINTS

Para agregar los nuevos equipos se debe de ingresar vía WEB por cualquier explorador de Internet mediante la dirección IP del “*Wireless LAN Controller WX5002*”, posteriormente se ingresa los datos de acceso como se muestra en la Figura 3-44.



Figura 3-44 Pantalla de inicio del equipo “Wireless LAN Controller WX5002”

Una vez que se accede al equipo se presenta la página de inicio en la cual se pueden observar muchas opciones para su configuración, así como para la administración de los Access Points como se observa en la Figura 3-45.

Interface	IP Address/Mask	Status
GigabitEthernet1/0/1		○
GigabitEthernet1/0/2		○
NULL0		○
Ten-GigabitEthernet1/0/2		○
Vlan interfaces	172.16.100.20/255.255.255.0	○

Time	Level	Description
Aug 25 11:17:28.820 2011	Information	Client (9803-2605-444E) successfully joins WLAN (BROADCAST) as APD (1) with BSSID (4001-c609-f301)
Aug 25 11:17:24.704 2011	Warning	admin logged in from 172.16.10.69
Aug 25 11:17:24.793 2011	Debug	admin@system: from Port-0/0 Vlan-0 MAC=0300-0000-0200 IP=172.16.10.88 succeeded to be online
Aug 25 11:17:11.389 2011	Information	Client (c1d8-4f54-32c5) goes offline & deletes from WLAN (PACENTERE) Reason Code (3)
Aug 25 11:17:10.452 2011	Information	Client (5a05-4f54-32c5) successfully joins WLAN (PACENTERE) as APD (34) with BSSID (9304-f354-4b42)

Figura 3-45 Pantalla de inicio de configuración web del equipo 3COM WX5002

Para agregar el nuevo equipo se utilizará la opción de autoconfiguración mediante el descubrimiento, con esta opción cuando se agrega un Access Point al sistema simplemente se realiza una búsqueda de nuevos equipos con lo cual se lo detecta y se puede agregar de manera muy simple.

La desventaja de este sistema es que se debe de realizar el proceso conectando un equipo a la vez para poder conocer de cual se trata y darle un nombre respectivo a su ubicación para su mejor descripción.

Como primer paso como se observa en la Figura 3-45 en la parte izquierda se encuentra el menú y se selecciona la opción **Advanced > Auto AP** con lo cual se despliega la siguiente información que se observa en la Figura 3-46.

Auto AP: enable

Search Item: AP Name Keywords:

<input type="checkbox"/>	AP Name	Serial ID	Model	IP Address	Operation
--------------------------	---------	-----------	-------	------------	-----------

Figura 3-46 Pantalla de configuración Auto Access Point

En esta pantalla de la Figura 3-46 se observa que por default esta activa la opción **Auto AP**, por lo cual para realizar la búsqueda de nuevos Access Points en la red se debe hacer click en el botón **Refresh**, con lo que el equipo mostrará en pantalla los equipos nuevos como se muestra en la Figura 3-47.

Auto AP: enable

Search Item: AP Name Keywords:

<input type="checkbox"/>	AP Name	Serial ID	Model	IP Address	Operation
--------------------------	---------	-----------	-------	------------	-----------

Figura 3-47 Pantalla de búsqueda de Access Points

Una vez ubicado los nuevos equipos se presentarán en pantalla con sus nombres de fábrica por lo cual son fáciles de reconocer como se observa en la Figura 3-48.



Figura 3-48 Visualización de Access Points encontrados

Para modificar el nombre del equipo se realiza un click en el ícono , con lo cual se accede al menú de configuración que se observa en la Figura 3-49 y se puede cambiar el nombre del equipo. Para su descripción se utilizarán las siglas AP seguidos del piso y luego el número de Access Point “AP-C1-01”.



Figura 3-49 Cambio de nombre de los Access Points agregados al sistema

Después de realizar estos pasos el Access Point queda agregado al “Wireless LAN Controller WX5002”, para comprobar se selecciona en el menú principal a la izquierda la opción **AP > AP Setup**, como se muestra en la Figura 3-50.

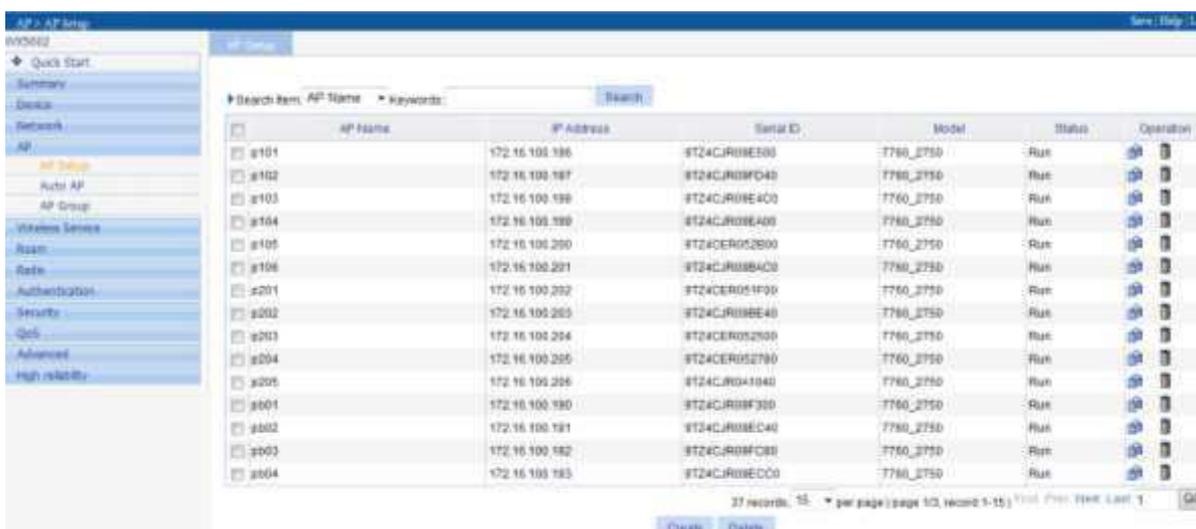


Figura 3-50 Visualización de Access Points bajo el control del “Wireless LAN Controller WX5002”

3.10.2 CONFIGURACIÓN DE VLANS Y ASIGNACIÓN DE LOS SSIDS

Como ya se conoce las capacidades de este equipo son muy amplias así como lo podemos observar el Data Sheet del mismo, un aspecto importante es que permite la creación de VLANs en la red inalámbrica y la conexión de las mismas con la red cableada de manera sencilla.

Como ejemplo de esta opción para las antenas actualmente conectadas en el área de *Hospitalización*, se procederá a agregar las VLANs necesarias para el diseño. Para esto seleccionamos del menú principal la opción **Network > VLAN** con lo cual se despliega la información que se observa en la Figura 3-51.

The screenshot shows the 'VLAN Configuration' page. On the left is a sidebar menu with 'VLAN' selected. The main content area has a 'VLAN Range' input field with a 'Select' button and a 'Remove' button. Below that is a 'VLAN Configuration' section with a search bar. A table lists existing VLANs:

ID	Description	Untagged Member	Tagged Member	Operation
1	VLAN 0001	GigabitEthernet1/0/1, GigabitEthernet1/0/2, GigabitEthernet1/0/3, GigabitEthernet1/0/4, Ten-GigabitEthernet1/0/5		[Add] [Del]

Buttons for 'Add' and 'Del Selected' are located at the bottom of the table.

Figura 3-51 Pantalla de configuración de nueva VLAN

En la Figura 3-51 se puede observar que actualmente en el sistema solo existe la VLAN 001, para aumentar una nueva VLAN se debe de hacer clic en el botón **Add** con lo que se despliega otro menú para agregar una nueva VLAN en el cual se le ingresa su identificador de VLAN como se observa en la Figura 3-52 Ingresar ID de VLAN.

VLAN	Port
<p>Add VLAN</p> <hr/> <p>VLAN ID: <input type="text" value="1000"/> *(2-4094, Example: 3, 5-10)</p> <hr/> <p>Items marked with an asterisk(*) are required</p> <p style="text-align: right;"> <input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/> </p>	

Figura 3-52 Ingresar ID de VLAN

Una vez agregado el identificador de VLAN simplemente se da un clic en **Apply** con lo que se muestra la ventana anterior de configuración de VLAN y se puede observar que ya se creó como se observa en la Figura 3-53 Verificación de VLAN creada, también se puede ver que no se encuentra aún asignada a ningún puerto o antena.

VLAN	Port															
<p>VLAN Range: <input type="text" value="1-4094, Example: 3, 5-10"/> <input type="button" value="Select"/> <input type="button" value="Remove"/></p> <p>VLAN Configuration</p> <p>Search Item: ID Keywords: <input type="text"/> <input type="button" value="Search"/></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Description</th> <th>Untagged Member</th> <th>Tagged Member</th> <th>Operation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>VLAN 1</td> <td>GigabitEthernet1/0/1, GigabitEthernet1/0/2, Ten-GigabitEthernet1/0/3,</td> <td></td> <td><input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>VLAN 1000</td> <td></td> <td></td> <td><input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">13 records, 15 per page page 1/1, record 1-13 <input type="button" value="First"/> <input type="button" value="Prev"/> <input type="button" value="Next"/> <input type="button" value="Last"/> <input type="button" value="GO"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Add"/> <input type="button" value="Del Selected"/></p>		ID	Description	Untagged Member	Tagged Member	Operation	1	VLAN 1	GigabitEthernet1/0/1, GigabitEthernet1/0/2, Ten-GigabitEthernet1/0/3,		<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>	1000	VLAN 1000			<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>
ID	Description	Untagged Member	Tagged Member	Operation												
1	VLAN 1	GigabitEthernet1/0/1, GigabitEthernet1/0/2, Ten-GigabitEthernet1/0/3,		<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>												
1000	VLAN 1000			<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>												

Figura 3-53 Verificación de VLAN creada

Para poder asignar a una VLAN los puertos y Access Points se debe de ingresar a la ventana de editar realizando un clic en el ícono , con lo cual se despliega una nueva ventana en la cual se selecciona a que puerto se asigna la VLAN como se observa en la Figura 3-54.

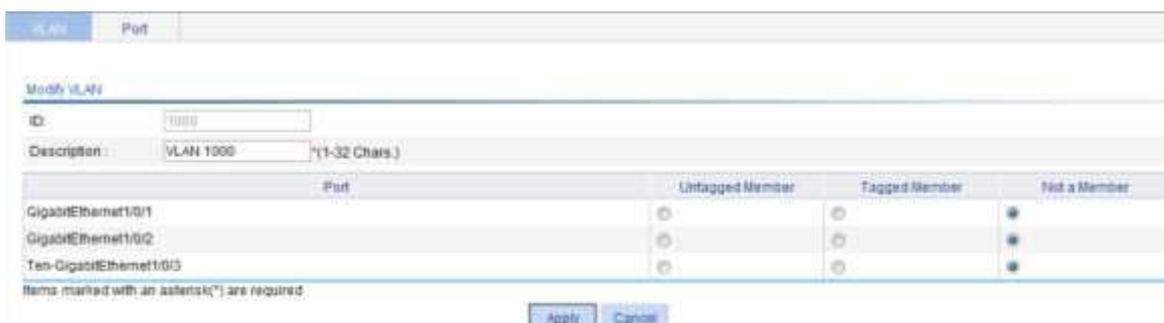


Figura 3-54 Asignación de puerto físico de red cableada para VLAN

Una vez que se creó la VLAN el siguiente paso es crear el Servicio Wireless en el cual se le asignará un SSID, al igual que la seguridad necesaria para la red. Para esto en el menú principal se selecciona **Wireless Service > Access Service** con lo que se despliega una ventana que permite crear o editar los servicios como se observa en la Figura 3-55.



Figura 3-55 Creación de servicios Wireless

Para la creación de un nuevo servicio se realiza un click en el botón **NEW** el cual despliega la ventana con todas las opciones necesarias para su configuración. Aquí se especifica cuál será el nombre del servicio así como la VLAN a la cual se le asignará. Existen varias opciones de seguridad tal como es ocultar el SSID, para este proyecto en la parte de **Security Setup** se ingresan los parámetros de seguridad así como el sistema de autenticación y cifrado como se observa en la Figura 3-56.

The screenshot displays a configuration page for an access service. The 'Wireless Service' is named 'ADMINISTRACION'. The 'VLAN (Untagged)' is set to 1, with a note '(1-4094, Example: 3-5,10)'. The 'Default VLAN' is also 1, and the 'Delete VLAN' field is empty. 'SSID Hide' is set to 'Disable'. Under 'Advanced Setup', the 'Security Setup' section is expanded. 'Authentication Type' is 'Open-System', 'Cipher Suite' is 'TKIP', and 'Security IE' is 'WPA'. The 'Encryption' section is collapsed. 'WEP' settings include 'Key ID' set to 1 and 'Key Length' set to 1. The 'Port Security' section is also expanded, showing 'Port Set' checked, 'Port Mode' set to 'psk', 'Max User' set to 1, and 'Preshared Key' set to 'pass-phrase' with a note '(8-63 Chars)'. There are 'Apply' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Figura 3-56 Asignación de VLAN y configuración de seguridad

En relación a la conexión a Internet y el resto de políticas de seguridad la institución como ya posee todos estos aspectos no se necesita ninguna configuración adicional como se explica en el Subcapítulo 2.7.3.

3.10.3 SELECCIÓN DE LOS CANALES A UTILIZAR

Como se explicó en el Subcapítulo 2.6.2 por los Surveys pasivos realizados, sin contar con los pisos de *Hospitalización* no existe ninguna red inalámbrica en el edificio del *Hospital* que pueda causar algún tipo de interferencia con la nueva red que se desea implementar. En estos Surveys pasivos además se observa que no existe ningún canal que se encuentre saturado por lo que al igual que en el área de *Hospitalización* se dejará la selección del canal en automático, con lo que el equipo *Wireless LAN Controller* asignará automáticamente un canal entre 3 opciones: canal 1, canal 5 o canal 11.

Con esta opción que permite realizar el equipo *Wireless LAN Controller* es muy poco probable que en un área con varios equipos cercanos, todos ellos utilicen el mismo canal de comunicación y lo saturen.

3.11 VERIFICACIÓN Y PRUEBAS

Para la realización de las pruebas, estas se realizarán en el área de imagen con el tomógrafo de modelo “*General Electric LightSpeed VCT 64*” debido a que es uno los equipos a los que se puede acceder sin muchas restricciones, al contrario de otros equipos a los cuales se debe de pedir autorización especial o que por políticas de la empresa se prohíbe el acceso de personal no autorizado. Otra razón para realizar la prueba con este equipo es la cercanía del cuarto de telecomunicaciones por lo que se pueden ubicar los Access Points en el lugar ya determinado por el Subcapítulo 3.7.2 para las pruebas.

3.11.1 OBJETIVOS DE LAS PRUEBA

Con estas pruebas se desea demostrar dos aspectos, el primero es que colocando los Access Points siguiendo lo que dice el estándar IEC 60601-1-2 y las recomendaciones de los fabricantes el equipo médico eléctrico, este no se verá afectado en su funcionamiento normal.

El segundo aspecto a demostrar es que si se siguen las recomendaciones en cuanto a las ubicaciones de equipos electrónicos cerca a los equipos médicos eléctricos, estos no sufren ningún tipo de interferencia o fallas en su funcionamiento normal. En estas pruebas no se va a demostrar que a una distancia menor de la recomendada por los estándares o por los fabricantes de los equipos médicos eléctricos estos sufrirán fallas en su funcionamiento; esto debido a que los riesgos de que estos equipos sufran daños es real y por el costo elevado de los mismos, por lo que la institución no permite la realización de estas pruebas.

3.11.2 PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO PARA EQUIPO MÉDICO ELÉCTRICO

Para poder realizar la comparación entre los diferentes resultados de las pruebas primero se realizará una tomografía de prueba de la zona del abdomen de un paciente sin ningún Access Point conectado en las cercanías. Esto con la finalidad de observar la calidad de la imagen obtenida sin presencia de equipos de radio frecuencia.

Un tomógrafo genera muchas imágenes sobre una misma área designada a diferentes ángulos para poder tener una imagen más clara sobre zonas específicas, por lo que se mostrará solo una de estas imágenes que por razones de políticas de la institución se retiraron los encabezados y descripciones de la misma. Los resultados de esta prueba se puede observar en la Figura 3-57.



Figura 3-57 Tomografía de prueba sin equipos Access Point activos

Para la realización de esta prueba con los equipos activos, se ubicará una laptop en el área donde se encuentra la consola del tomógrafo que se muestra en el Figura 3-58 la cual será el cliente; debido a que esta sería el área más cercana al Tomógrafo que poseen equipos Wi-Fi. Se ubicará un Access Point cercano conectado a la red institucional como se indica en el Subcapítulo 3.7.2.7.

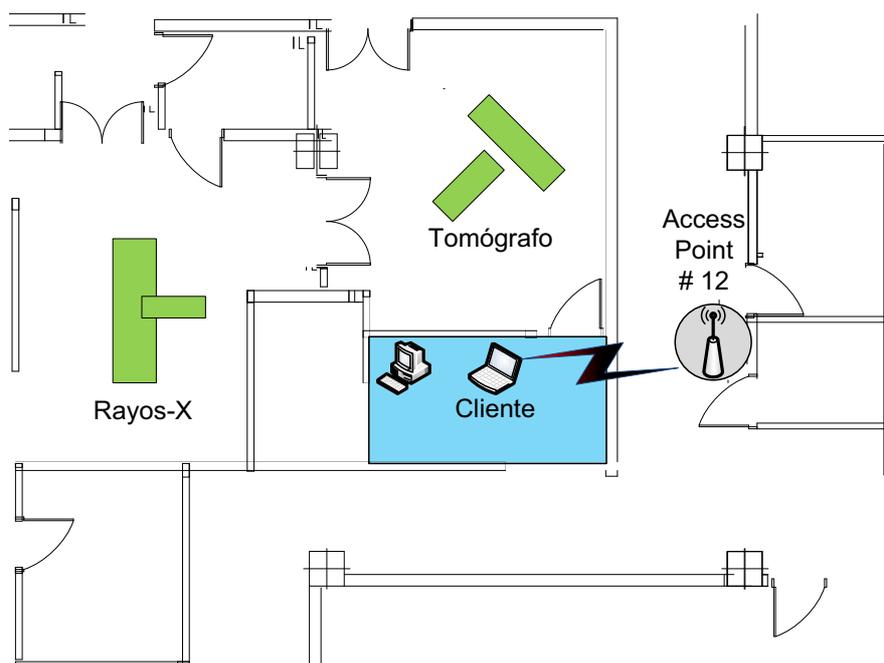


Figura 3-58 Ubicación del equipo cliente y el Access Point en la sala de control del Tomógrafo

Una vez activado el Access Point y verificado que la Laptop funcione como un equipo de un empleado que utiliza los servicios de la institución, se realiza la segunda prueba tomando una tomografía de la misma zona, estos resultados se observan en la Figura 3-59.

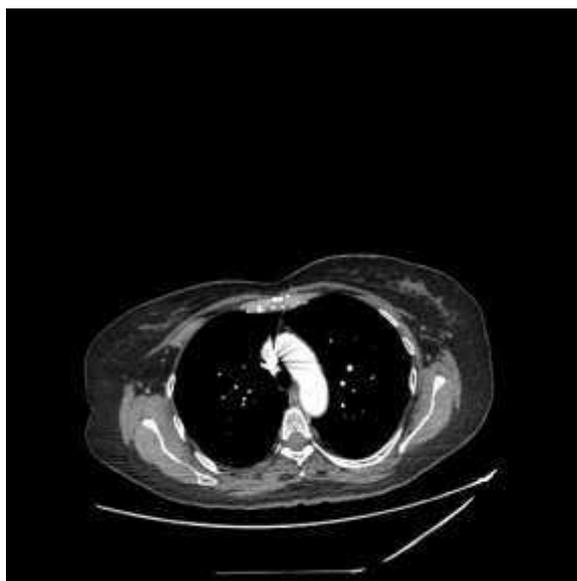


Figura 3-59 Tomografía de prueba con un equipos Access Point activo ubicado en la zona determinada por el proyecto

Como se observa en la Figura 3-59 y Figura 3-53 no existe una señal o distorsión de la imagen, esto se puede observar más claramente en los contornos de las figuras. Con esto se demuestra que a la distancia determinada por el estándar no se causa interferencia sobre el funcionamiento del equipo médico eléctrico.

Se debe de tomar en cuenta que para la realización de estas pruebas se hicieron en condiciones normales de funcionamiento del tomógrafo, lo que implica que las puertas de las habitaciones estaban cerradas y únicamente estaba presente el paciente en el cuarto del tomógrafo sin ninguna otra persona o equipo electrónico.

3.11.3 PROCEDIMIENTO PRUEBA FUNCIONAMIENTO DE LOS ACCESS POINTS

En relación con el funcionamiento de los Access Points y la transmisión de datos con los mismos equipos se realiza una prueba sobre su funcionamiento. Para realizar esta prueba se utilizará el programa “jperf-2.0.2” el cual nos permite generar tráfico y observar mediante gráficas el rendimiento del enlace entre dos equipos como se observa en la Figura 3-60.

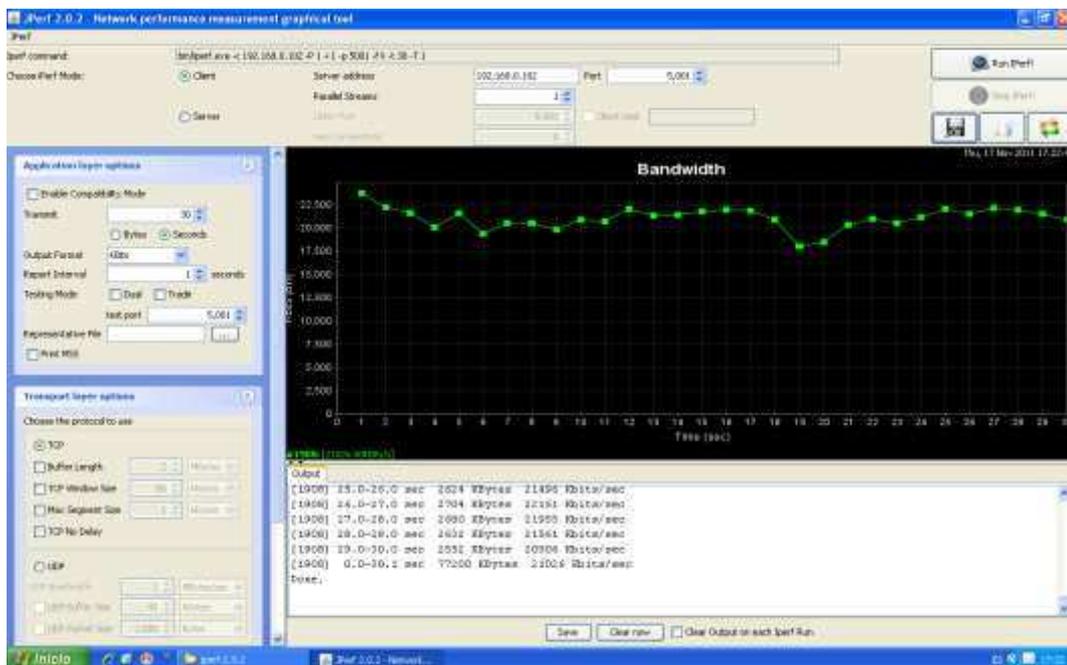


Figura 3-60 Presentación en java del programa Jperf-2.0.2

Para la instalación del programa para un equipo con sistema operativo Windows el único requisito para la instalación es tener instalada la aplicación **JRE 1.5** de **JAVA** o superior en el mismo.

Como primer paso se debe de descargar el software de la siguiente dirección <http://code.google.com/p/xjperf/downloads/list>. Una vez descargado es necesario descomprimirlo y en la carpeta se debe realizar doble click en el archivo **jperf.bat** con lo cual se ejecuta inmediatamente.

Este software posee una interfaz gráfica en java que permite visualizar el rendimiento del enlace entre dos equipos que son un servidor y un cliente que se configuran con el mismo programa.

En la realización de la prueba se utiliza el mismo escenario que se utilizó en la prueba anterior y se muestra en la Figura 3-53, esto debido a que este escenario es realista con respecto al diseño de la red. Además para la prueba se ubicará el programa cliente en la Laptop de la Figura 3-53 y el servidor en un equipo ubicado en el Departamento de Sistemas.

La prueba será realizada con el propósito de verificar que la transmisión de datos no sufra ninguna interferencia en el momento que se utiliza el tomógrafo. Como primer paso se realiza la transmisión de datos con el Tomógrafo apagado para tener un ejemplo de comparación.

Esta prueba se realiza enviando paquetes del cliente al servidor por un tiempo de 30 segundos con lo que se observa en una gráfica cual es el rendimiento del enlace inalámbrico. Estos datos sobre el rendimiento de la red captados se muestran en la Figura 3-61, en donde observa que los diversos picos son la velocidad de transmisión máxima en cada segundo medidos en Kbps.

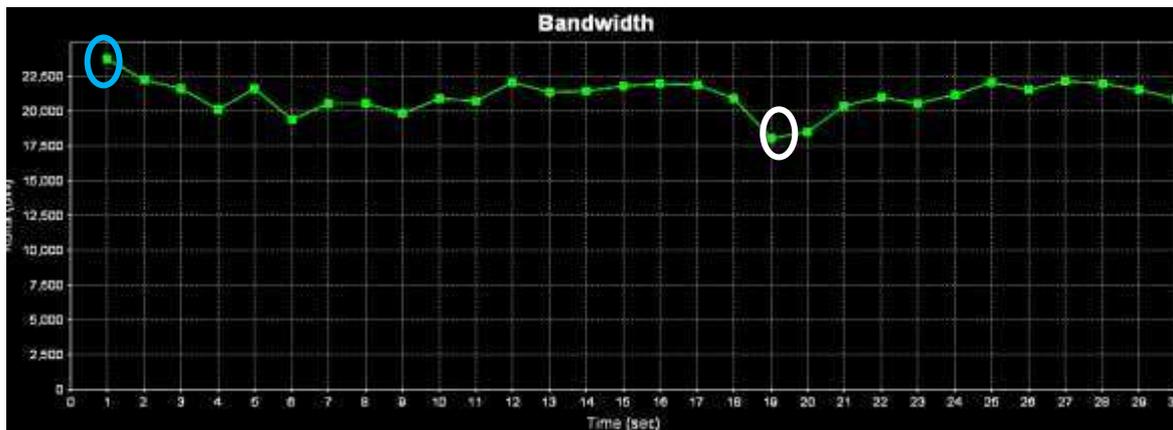


Figura 3-61 Rendimiento del enlace entre los equipos de la red de prueba sin el funcionamiento del tomógrafo

En la Figura 3-56 se puede observar que el rendimiento del canal se encuentra entre los 18000 Kbps que se observa en círculo blanco y los 23500 Kbps que se observa en círculo azul.

Luego para el segundo caso se comienza nuevamente con la transmisión de datos mientras se encuentra el tomógrafo en funcionamiento para capturar los datos de esta nueva prueba, los cuales se pueden observar en la Figura 3-62.

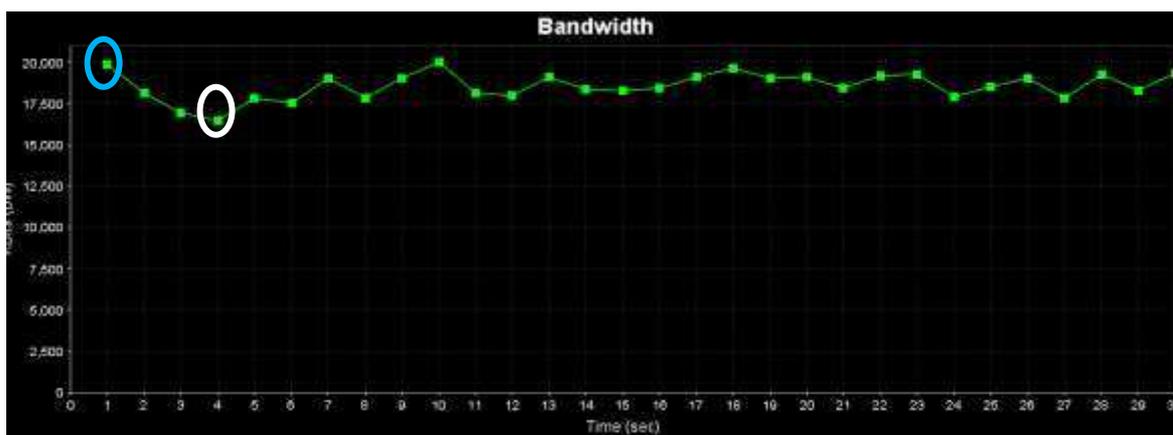


Figura 3-62 Rendimiento del enlace entre los equipos de la red de prueba con el tomógrafo funcionando

Para el caso en que funciona el Tomógrafo se observa en la Figura 3-57 que el rendimiento del enlace inalámbrico se encuentra entre los 17000 Kbps que se encuentra en círculo blanco y los 20000 Kbps que se encuentra en círculo azul.

Como se puede observar en la Figura 3-63 captada por el servidor, esta superpone los resultados de las dos pruebas anteriores mostrando la prueba sin funcionamiento del tomógrafo en verde y con tomógrafo en naranja. En esta imagen se observa que la disminución en el rendimiento del enlace inalámbrico representada por la separación de ambas líneas es de 1000 Kbps a 2000 Kbps.

Esta disminución en el rendimiento del canal de transmisión es mínima ya que representa un 5% del total y puede darse también por otras causas, por lo que no se considera como un problema grave de interferencia del equipo médico eléctrico.

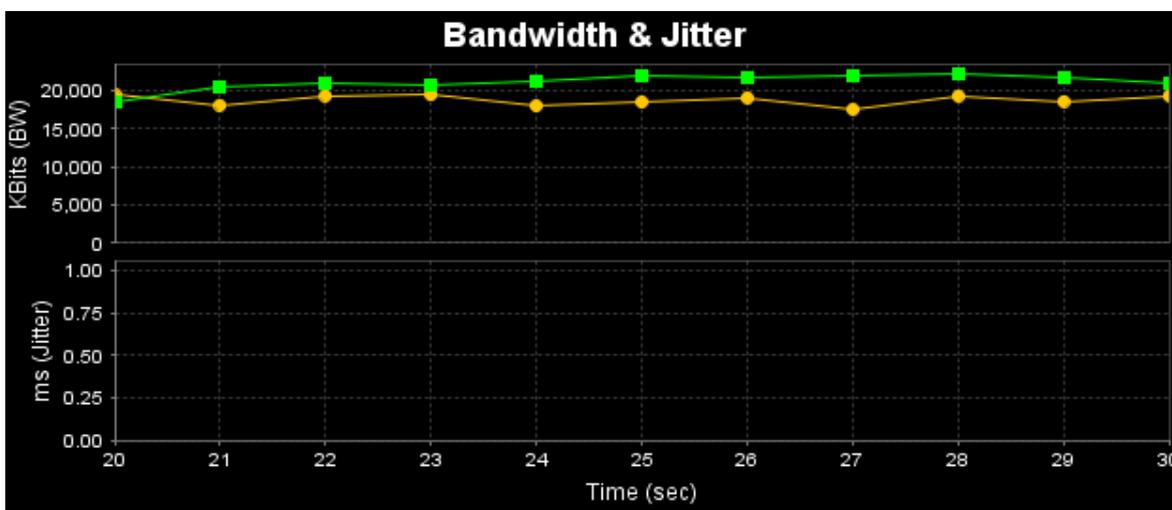


Figura 3-63 Rendimiento del enlace entre los equipos de la red de prueba graficado por el servidor

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS DE COSTOS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

Un análisis de costos representa el sacrificio económico que debe realizar una empresa para obtener un beneficio a futuro, este beneficio puede ser económico o social.

Para realizar el análisis de costos necesario comprender que el beneficio que obtiene la empresa al ofrecer este servicio es social, ya que no se el servicio mejora la atención de los pacientes y ayuda a implementar otros proyectos que pueden generar ganancias económicas.

En este capítulo se evaluará el costo total del proyecto para su implementación tal como lo indica un análisis de costos. Los puntos a analizar son:

- Costo red activa
- Costo red pasiva
- Costo de implementación

Al ser un proyecto del cual no se obtendrá un beneficio económico directo, no se puede calcular la ganancia total que generará la inversión.

4.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS

En relación a los elementos que se requieren para la implementación del proyecto, se pueden separar en dos tipos: red activa y red pasiva. La red pasiva se refiere al cableado estructurado necesario para conectar a los equipos de la red activa, para estos elementos no se especifica una marca y se deja esta opción a las empresas que presenten cotizaciones.

Para la red activa que comprenden los equipos que realizan una función especializada y requieren de energía eléctrica para su funcionamiento; se requieren de dos elementos para la implementación del proyecto: Access Points y Switches PoE.

Como se indica en el Subcapítulo 3.5 se realizó con anterioridad la selección de los Access Points por los requerimientos de diseño. El equipo seleccionado por cumplir los requerimientos del proyecto es el “HP WA – 802.11n”.

Para la selección de los equipos se revisarán entre dos marcas existentes en el mercado, estas marcas son HP y CISCO; debido a que las mismas ya se han manejado en la institución y por ser las más conocidas en el mercado.

Como se analizó en el Subcapítulo 3.8 es necesario adquirir Switches que cumplan con los siguientes requerimientos:

- Poseer de 24 a 48 puertos Fast Ethernet
- Poseer puertos para fibra óptica
- Compatible con el estándar 802.1q (VLANs)
- Poder de procesamiento de información de 100Mbps
- Alimentación PoE
- Maneje SNMP v1, v2c, v3
- Compatible con el estándar 802.1p (QoS)
- Acceso vía telnet y web.

A continuación se mostrará la opción que ofrecen las marcas CISCO y HP sobre sus equipos que cumplen con estos requisitos.

4.1.1 HP 4500G PWR

Por parte de la marca HP que es el nuevo nombre de la marca 3COM se revisarán los equipos de serie 4500 que se observa en la Figura 4-1.



Figura 4-1 Switch HP 4500G PWR

Las especificaciones de este equipo se observan en la Tabla 4-1.

Switch HP 4500G PWR	
Puertos	24 o 48 RJ-45 10/100/1000 Mbps PoE
Módulos SFP	4 dual PoE
Slots	2 módulos
Procesador	200 MHz
Memoria DRAM	128 MB
Latencia	< 3,2 us
Backplane	128 Gbps
PoE	370 W
Protocolos	IEEE 802.1 d, IEEE 802.1 p, IEEE 802.1 q, IEEE 802.1 s, IEEE 802.1 v, IEEE 802.1 x, IEEE 802.1 w, IEEE 802.1 z IEEE 802.1 u
Administración	CLI, Telnet, WEB, SNMP v1,v2, y v3
Garantía	Limitada de por vida

Tabla 4-1 Switch HP 4500G PWR

4.1.2 CISCO CATALYS 2960-S

De la marca Cisco se selecciona el modelo de la serie 2960-S el que se observan en la Figura 4-2.



Figura 4-2 Switch Cisco Catalys 2960-S

Las especificaciones del equipo se observa en la Tabla 4-2.

Switch HP 4500G PWR	
Puertos	24 o 48 RJ-45 10/100/1000 Mbps PoE
Módulos SFP	2 dual PoE
Slots	2 módulos
Procesador	233 MHz
Memoria DRAM	128 MB
Latencia	< 5 us
Backplane	176 Gbps
PoE	370 W
Protocolos	IEEE 802.1p, IEEE 802.1q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1x, IEEE 802.1w, IEEE 802.1z
Administración	CLI, Telnet, WEB, SNMP v1,v2, y v3
Garantía	Limitada de por vida

Tabla 4-2 Switch Cisco Catalys 2960-S

4.1.3 CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS

Para verificar el cumplimiento de los requerimientos de del proyecto para los Switches, se revisará sus características en la Tabla 4-3.

Requerimiento	HP 4500 G PWR	CISCO 2960-S
Manejo capas	2	2 y 3
Puertos 10/100/1000 Mbps RJ45	24 o 48	24 o 48
Módulos GigaEthernet para SFP	2	4
Alimentación PoE	48 puertos a 7.7W 15 puertos a 15.4 W	48 puertos a 6.25 W 24 puertos a 12.5 W
IEEE 802.1p (CoS/QoS)	si	si
IEEE802.1d (STP)	si	si
IEEE802.1q (VLAN)	si	si
Flujo de datos de mayor 100Mbps	si	si
Administración Telnet	si	si
Administración WEB	si	si
Garantía	5 años hardware	3 años hardware
Soporte técnico	90 días	90 días
SNMP v1, v2 y v3	si	si
Costo aproximado (24 puertos)	3200 \$	2600 \$

Tabla 4-3 Cumplimiento de requerimientos switches

Como se observa en la Tabla 4-3 los dos equipos cumplen con los requerimientos mínimos para el proyecto. Existe diferencia en varios campos como son la garantía, la cantidad de módulos SFP y el precio. Por motivo de que el precio de un equipo HP es menor que el de un equipo Cisco y ambos cumplen con los requisitos mínimos se selecciona el switch “HP 4500G PWR” para el proyecto.

4.2 COTIZACIONES RED ACTIVA

Como se indica en el Subcapítulo 3.7 los números de Access Points necesarios para el proyecto por piso se observan en la Tabla 4-4:

Área	Número Access Points
Subsuelo	16
Planta Baja	13
C1	5
C2	5
Aesculapios	2
Total	41

Tabla 4-4 Access Points necesarios por Piso

Además de los Access Points se requieren de varios Switches de tipo PoE como se indican en el Subcapítulo 3.8. El número de equipos necesarios para el proyecto se observa en la Tabla 4-5.

Modelo Switch	Numero equipos
HP 4500G PWR 24 puertos	2
HP 4500G PWR 48 puertos	1
Total	3

Tabla 4-5 Switches necesarios para el proyecto

Aparte de estos equipos se debe tomar en cuenta que el Switch ubicado en *Aesculapios* necesita de módulos de fibra mono modo SFP para conectarse con el “*Wireless LAN Controller*” ubicado en bodega de sistemas. Estos módulos son de marca “HP SFP 3CSFP91” de los que se necesitan 2 para el enlace.

La actualización del equipo “*Wireless LAN Controller WX5002*” para que pueda controlar 64 Access Points es totalmente gratuita, esto debido a la garantía que posee el equipo por lo que no es necesaria cotizarla.

Con los datos de los equipos requeridos para el proyecto, se piden las proformas a dos empresas que tienen relación con la institución. La primera de estas es la microempresa “*SELECOMPU*”, la cual se encarga de mantenimiento, venta de equipo computacional y ocasionalmente equipo de red. La cotización enviada se muestra en la Figura 4-3.

SELECOMPU

Electrónica & Computación

PROFORMA

FECHA: Quito, 28 de Junio de 2012
 PARA: Hospital Metropolitano
 ATENCION: Juan Calderon
 FAX:

Código	Cant.	Descripción	Unitario U\$	Total U\$
	41	Access Point HP WA - 82.11n	349,00	14309,00
	1	switch HP 4500 PWG POE 48 puertos	3451,00	3451,00
	2	switch HP 4500 PWR POE 24 puertos	1945,00	3890,00
	2	módulo de fibra 3com 3CSFP01	287,50	575,00
Subtotal :				22225,00
12% IVA :				2373,80
Total:				24598,80

Oferta en dólares americanos

Esta oferta tiene 8 días de validez

Forma de pago: 50 % anticipo, 50 % contraentrega

Plazo de Entrega: 30 días a partir de confirmación de compra

Atentamente,

Fabián Logacho G.
 Electrónica y Sistemas Computacionales
 SELECOMPU

Mariana de Jesús 559 y Araucarias
 San Rafael, Los Chillos
 Teléfono: 2 886415
 cel. 093 754119
 Quito - Ecuador

Figura 4-3 Proforma red activa empresa "SELECOMPU"

La segunda empresa consultada es “PRISMA ECUADOR”, esta empresa es la que siempre vende equipos de red a la institución. Esta empresa se caracteriza por ser distribuidores de equipos HP (antes 3COM) y brindar soporte técnico. La cotización enviada por la misma se observa en la Figura 4-4.



COTIZACIÓN: 002345

SOLUCIONES A MEDIDA

El Espectador E8-13 y Ultimas Noticias
PRISMASOFT S.A.
RUC: 1792368332001

Cliente: Hospital Metropolitano de Quito
Fecha: 2 de Julio de 2012

Cantidad	PRODUCTO	Unidad	Total
2	HP E2610 24 puertos PoE	1794,65	3589,30
1	HP E2610 48 puertos PoE	2876,65	2876,65
41	HP WA – 802.11n	325,89	13361,49
Ofrecemos también: Equipos Computacionales, Desarrollo de software para Laboratorios, Equipos de impresión para códigos de barra, etc.		Subtotal	19827,44
		Iva 12%	2379,30
		Total	22206,74

PRISMA ECUADOR
Patricia Leime Hidalgo
EJECUTIVA DE VENTAS
2921567/087879236

Figura 4-4 Proforma red activa empresa “Sistemas y servicios empresariales”

4.3 COTIZACIONES RED PASIVA

Para la red pasiva que consiste en el cableado estructurado necesario para la implementación del proyecto; se pide a la empresa “*IPWAN*”, la misma que realiza todo trabajo de cableado dentro de la institución que realice una inspección para determinar los elementos necesarios para su realización y además de una cotización.

La empresa “*IPWAN*” como ha realizado el sistema de cableado estructurado en la institución por más de 5 años, conoce todo el sistema de cableado existente y los requerimientos para la implementación de nuevas secciones del mismo.

Para la realización de esta inspección se da a los técnicos mapas que poseen la ubicación de los nuevos Access Points para que determinen que canaletas utilizarán y que elementos son necesarios.

Además se especifica a los técnicos que los enlaces deben ser con cable UTP categoría 6 y que necesario un enlace de fibra óptica mono modo entre *Aesculapios* y Bodega de Sistemas.

La cotización enviada por la empresa *IPWAN* después de realizada la inspección, con los valores necesarios para la implementación se observa en la Figura 4-5.



ipwan
Instituto de Planificación y Gestión de Redes de Datos

ATENCIÓN : Ing. JUAN CALDERON
 CLIENTE : HOSPITAL METROPOLITANO
 FECHA : 15 DE NOVIEMBRE del 2011

HOSPITAL METROPOLITANO

CAT 6

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL	VALOR DEL SUBSISTEMA
Elementos del Subsistema de Area de Trabajo					11.661,96
1	Patch Panel de 24 puertos modular marca Panduit	2	27,08	54,15	
2	Organizadores de 2 Unidades	3	14,50	43,50	
3	Jack RJ 45 catg 6 marca Panduit	86	8,00	688,00	
4	Face plate marca Panduit	43	1,88	80,84	
5	Mtrs de cable UTP catg 6 Panduit	3.800	0,72	2.736,00	
6	Patch cord de 7' catg 6 color azul Panduit	86	9,00	774,00	
7	Multitoma para Rack de 19"	1	36,26	36,26	
8	Varios	1	80,00	80,00	
9	Cajas Sobrepuetas Dexson	43	1,64	70,41	
10	Mts Tuberia EMT 3/4	80	1,76	140,40	
11	Accesorios BX	25	0,72	17,89	
12	Mtrs. FIBRA OPTICA ARMADA DE 6 HILOS	400	5,80	2.320,00	
13	BANDEJAS DE FIBRA OPTICA	2	97,00	194,00	
14	ADAPTADORES DUPLEX SC/SC	4	46,47	185,88	
15	MODULOS DE FIBRA SFP	2	300,00	600,00	
16	Mtrs de Canaleta Plastica 60x40	78	4,11	320,78	
17	Accesorios tuberia	60	0,60	36,00	
18	Mts Manguera BX 3/4	70	1,84	128,63	
19	Cajas 10x10	20	1,59	31,75	
20	Mtrs de Canaleta Tipo Bandeja 20x8	40	28,75	1.150,00	
21	Mtrs. TUBERIA EMT 1"	50	2,50	125,00	
22	Mtrs de Canaleta Plastica 40 x 25	43	2,70	116,10	
23	PATCH CORD DE FIBRA	2	25,00	50,00	
24	PICTAILS DE FIBRA	12	12,00	144,00	
25	Accesorios de Canaleta	30	1,91	57,38	
	Mano de Obra				
26	Instalación 43 puntos de Red	43	20,00	860,00	
27	TENDIDO DE FIBRA	400	0,80	320,00	
28	FUSIONES DE FIBRA	12	18,00	216,00	
29	Certificación de puntos de datos	34	2,50	85,00	
Total Cableado Estructurado					11.661,96

NOTA : En estos valores no está incluido el IVA.
 Forma de Pago : 50% de Anticipo y 50% contra entrega de la obra.
 Validez de la Oferta : 10 días laborables

Atentamente,

TEC: EDISON CAMACHO
 Telefonos: 099 001342 / 099 001343

Figura 4-5 Proforma cableado estructurado empresa IPWAN

Para comparar estos valores con otra empresa que realice cableado estructurado, se envían los datos que se obtuvieron en la inspección de la empresa *IPWAN* a la empresa "*Andean Trade*". La cotización entregada se observa en la Figura 4-6.


OFERTA ECONÓMICA

Cliente: Condina C.A. (Hospital Metropolitano de Quito)

RUC: _____

Dirección: Av. Mariana de Jesús 5/N y Nicolás Arteta

Atención: _____

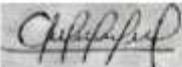
Cot. #: _____

Tel: _____

Fecha: 25-nov-2011

Páginas: _____

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$
1	Patch Panel de 24 puertos modular	2	125,51	\$251,02
2	Organizadores de 2 Unidades	3	18,75	\$56,25
3	Jack RJ 45 catg 6	86	8,31	\$714,66
4	Face plate	43	3,88	\$166,84
5	Cable UTP catg 6	3.800	0,85	\$3230,
6	Patch cord de 7" catg 6	86	7,24	\$622,64
7	Multitoma para Rack de 19"	1	33,00	\$33,
8	Cajas Sobrepuestas Dexson	43	3,50	\$150,5
9	Mtrs. FIBRA OPTICA ARMADA DE 6 HILOS	400	3,50	\$1400,
10	BANDEJAS DE FIBRA OPTICA DE 12 PUERTOS	2	256,54	\$513,08
11	ADAPTADORES DUPLEX SC/SC	4	45,80	\$183,2
12	MODULOS DE FIBRA SFP	2	380,00	\$760,
13	Mtrs de Canaleta Plastica 60x40	78	10,55	\$822,9
14	Mts Manguera BX 3/4	70	3,50	\$245,
15	Cajas 10x10	20	5,86	\$117,2
16	Mtrs de Canaleta Tipo Bandeja 20x8	40	2,15	\$86,
17	Mtrs de Canaleta Plastica 40 x 25	43	5,25	\$225,75
18	PATCH CORD DE FIBRA CON CONECTORES SC-LC	2	35,00	\$70,
19	PICTAILS DE FIBRA CON CONECTORES SC	12	18,00	\$216,
20	Instalación 43 puntos de Red	43	40,00	\$1720,
21	TENDIDO DE FIBRA	400	2,50	\$1000,
22	FUSIONES DE FIBRA	12	20,00	\$240,
23	Certificación de puntos de datos	34	15,00	\$510,
TOTAL SIN IVA				\$13334,04





SC 6828-1

Figura 4-6 Proforma cableado estructurado empresa Andean Trade

4.4 COSTO IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En lo referente a la red activa la mejor opción es la empresa “*PRISMA ECUADOR*”, debido a que ofrece el precio más bajo en comparación con la empresa “*SELECOMPU*”. Además que la esta empresa ya vende los equipos a la institución y brinda soporte sobre los mismos mediante un contrato de mantenimiento.

Para la adquisición de los elementos de la red pasiva se considera la mejor opción la empresa “*IPWAN*”, debido a su menor costo en relación a la realización del proyecto y debido a que ellos llevan un registro en cuanto al sistema de cableado ya existente por lo que su instalación se llevaría en un menor tiempo.

Es debido aclarar que la instalación del cableado es parte de la cotización de la empresa “*IPWAN*” y que la configuración de los equipos la realizarán los operadores del departamento de sistemas por lo que tampoco tendrá costo.

El costo final del sistema con estos dos proveedores se observa en la Tabla 4-6.

Descripción	Valor en dólares de EEUU
Red Pasiva	11661,96
Red Activa	22206,74
Configuración	2500
Diseño	3000
TOTAL	39368,70

Tabla 4-6 Tabla final de costos de implementación

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Actualmente existen varios estándares para garantizar la seguridad y funcionamiento de equipos médicos eléctricos. Estos estándares son muy específicos y ofrecen en algunos casos las distancias mínimas de seguridad para varios modelos que utilizan radio frecuencia.

El estándar más utilizado por las empresas para garantizar la seguridad y funcionamiento de los equipos médicos eléctricos es el IEC 60601-1-2, por lo que en los manuales de uso se informa sobre su cumplimiento y las recomendaciones para el uso e instalación.

- La mayoría de instituciones hospitalarias en el país no poseen una red inalámbrica que cubra todas las áreas donde se encuentran, por lo que no se toman muchas precauciones en realizar un análisis sobre seguridad de los equipos.

En muchos casos las instituciones no tienen previsto implementar una red inalámbrica en áreas que posean equipos médicos eléctricos, esto debido a la poca información sobre sus medidas de seguridad y simplemente las eliminan de los proyectos.

- Muchas empresas que venden equipos médicos eléctricos tienen poco conocimiento sobre las medidas de seguridad necesarias para sus equipos

en presencia de una red inalámbrica. Esto es debido a que las distancias de seguridad para la mayoría de equipos Access Points son menores de un metro, por lo que es muy difícil que lleguen estos equipos a causar algún daño o interferencia.

Al preguntar a varios técnicos de las empresas que venden y dan soporte de estos equipos médicos eléctricos informaron que en algunas ocasiones tuvieron problemas en el funcionamiento de los mismos; esto por encontrarse cerca a equipos que utilizan radio frecuencia. En estos casos para solucionar el problema simplemente los cambiaron de lugar sin tomar en cuenta las recomendaciones de los estándares.

- Cuando se sigue un estándar de seguridad de equipos médicos eléctricos para realizar el diseño de red inalámbrica se debe de tomar en cuenta varios aspectos; uno de estos es que para realizar los análisis es necesario conocer que equipos de radio frecuencia se utilizarán, esto debido a los datos necesarios para realizar los cálculos de distancias de seguridad mínima.

Otro aspecto a tomar en cuenta es que en varios casos los equipos médicos ya se encuentran instalados en ubicaciones específicas y no pueden ser cambiados de lugar por su tamaño o restricciones de espacio físico. Además algunos equipos sensibles a radio frecuencia poseen apantallamiento para filtrar señales de radio frecuencia por lo que se debe de hacer análisis de los mismos.

- El objetivo principal de la implementación de una red inalámbrica en el *Hospital* es la de poder brindar el servicio de Internet inalámbrico a los pacientes y médicos de la institución. Ya que este proyecto abarca toda el área del *Hospital* se obtienen otros beneficios y se piensa utilizarla para otros proyectos.

Entre los beneficios inmediatos se encuentra el poder brindar un mejor servicio de Internet a los técnicos que dan soporte en el *Hospital*. Además sirve como una opción para casos en los que los gerentes se ubiquen en otras áreas con sus laptops y necesiten una conexión con los servidores de la institución. También la red inalámbrica funciona como un respaldo en caso de necesitar nuevos equipos y no exista cableado estructurado para el mismo o este falle.

5.2 RECOMENDACIONES

- En varias ocasiones los manuales de los equipos médicos eléctricos que poseen las instituciones que los compran son simplemente de uso o instalación básica, por lo cual es necesario en algunos casos pedir la información requerida a las empresas que los venden o dan soporte.

Además en otros casos estas empresas representantes de las marcas no poseen los manuales con esta información y recomiendan suscribirse en las empresas fabricantes para obtenerla; esto es recomendable hacerlo por medio de la institución que compra los equipos, ya que de esta manera la suscripción es inmediata y la respuesta a los pedidos puede ser más ágil que si uno lo hiciera como una persona que solo desea investigar.

- Para algunos equipos la información necesaria no existe en los manuales o es insuficiente para los análisis; por este motivo es a veces necesario buscar en modelos similares. Otra opción también es buscar la información de los módulos de generación de radio frecuencia que se venden como repuestos.

Esto debe hacerse siempre con mucho cuidado ya que deben de ser de la misma marca y utilizar los mismos transmisores de RF ya que pueden variar de un modelo a otro. También se debe de tener cuidado que esta

información no incluye los apantallamientos del modelo original por lo que se debe de analizar antes de utilizarla.

- Existen varios modelos de equipos médicos eléctricos como los de resonancia magnética que necesitan un análisis especial. Esto es debido a que al realizar los cálculos necesarios se determina que los Access Points no causan interferencia alguna, pero estos pueden sufrir daños si se acercan a cortas distancias.

El motivo por el cual no pueden acercarse los Access Points a una distancia menor de 3 metros es por la potencia del campo magnético generado por el equipo médico eléctrico, la cual causa interferencia en los equipos electrónicos e incluso puede llegar a dañarlos.

- Al momento de diseñar una red inalámbrica se debe tomar en cuenta si existen acometidas de luz eléctrica para los Access Point o si es una mejor opción utilizar tecnologías como PoE.
- Para realizar los surveys activos en un *Hospital* se debe de tomar en cuenta que existen áreas en las cuales es muy difícil acceder para realizar las pruebas, además de que llevar a cabo esta operación puede llevar demasiado tiempo. Es una mejor opción utilizar programas de simulación que permitan ingresar los materiales de construcción del área como lo es el programa "Interpret Air".
- Se recomienda mantener un único sistema de gestión de red inalámbrica para facilitar la administración de la misma. Si existe un sistema que ya controla parte de una red inalámbrica, es mejor utilizar el mismo sistema si cumple con los requerimientos de los nuevos proyectos en lugar de buscar otro que represente una mayor inversión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- [L1] **STALLINGS**, Williams, *“Wireless Communications”*, Segunda Edición, Printice Hall, 2005.
- [L2] **GARG**, Vijay K, *“Wireless Communication and Networking”*, Primera Edición, Morgan Kaufmann, 2007.
- [L3] **STALLINGS**, Williams, *“Comunicaciones y Redes de Computadoras”*, Sexta Edición, Printice Hall, 2003.

FOLLETOS

- [F1] **SINCHE**, Soraya, Escuela Politécnica Nacional, *“Redes Inalámbricas de Área Local”*, Mayo 2009.
- [F2] **SINCHE**, Soraya, Escuela Politécnica Nacional, *“Comunicaciones Inalámbricas”*, 2008.
- [F3] **CISCO** Certified Network Associate, Programa de la academia de Networking de Cisco, *“Cisco CCNA Módulo 4”*, 2009.
- [F4] **CALDERON**, Xavier, Escuela Politécnica Nacional, *“Apuntes administración y gestión de redes”*, 2010.

- [F5] **GUAMÁN**, Dany, Escuela Politécnica Nacional, “*Administración y Gestión de Redes*”, 2010.

MANUALES

- [M1] “*Teléfono IP inalámbrico de Cisco 7921G*”, Cisco Systems Inc, 2007.
- [M2] “*UNIVERGE® SV8500 General Description Version 5*”, NEC, 2009, Origen: <http://www.bpr.su/common/docs/sv8500/UNIVERGE%20SV8500%20GD%20V5.pdf>.
- [M3] “*3Com Wireless 7760 11 a/b/g PoE Access Point - User Guide*”, 3COM, Marzo 2006.
- [M4] “*Analizador automático de partículas en la orina - UF-1000i - Instrucciones de uso*”, Sysmex, Mayo 2006.
- [M5] “*Cobas 6000 EN Diagnostics*”, Roche Diagnostics GmbH, 2005.
- [M6] “*Cobas e 411 analyzer –Technical Specifications*”, Roche Diagnostics GmbH.
- [M7] “*Cobas c 311 analyzer - Specifications*”, Roche Diagnostics GmbH, 2009.
- [M8] “*Especificaciones técnicas del Elecsys 2010: analizador automático inmunoanálisis heterogéneo para hormonas (función tiroidea y hormonas), marcadores tumorales, perfil cardíaco y óseo, anemia, diabetes y hepatitis*”, Roche Diagnostics GmbH, Marzo 2003.

PUBLICACIONES

- [P1] **IEEE Std 802.11™-2007** IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements, IEEE Computer Society, New York, Junio 2007.
- [P2] **IEEE Std 802.11n™-2009** IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements, IEEE Computer Society, New York, Octubre 2009.
- [P3] Anexo C Capa Física 802.11, Departamento de Electrónica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Agosto 2008, Origen: <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo352/exp/electivas/redesw/anexos/ANEXOC.pdf>
- [P4] Info **IEC 60601-1** Medical electrical equipment –Part 1: General requirements for basic safety and essential performance, Comisión Electrotécnica Internacional, Diciembre 2005.
- [P5] **IEC 60601-1-2** Equipos electromédicos – Parte 1-2: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial – Norma colateral: Compatibilidad electromagnética – Requisitos y ensayos, Comisión Electrotécnica Internacional, Marzo 2007.
- [P6] Cálculo de Ancho de Banda en VoIP, Julián María Ganzábal, LAIRENT, Origen: <http://www.idris.com.ar/lairant/pdf/ART0001%20-%20Calculo%20de%20ancho%20de%20banda%20en%20VoIP.pdf>

- [P7] ITU-T Recommendation G.729, Unión de Telecomunicaciones Internacional, Enero 2007, Origen: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.729-200701-l/en>

TESIS

- [T1] **ORBE**, Ana; **PANCHO**, Wilson, “*Análisis y diseño de una WLAN 802.11*”, EPN, Quito-Ecuador, Septiembre 2006.
- [T2] **PAREDES**, Milton, “*Análisis, diseño e implementación de una red LAN inalámbrica (802.11G) para el laboratorio de computación de la Facultad de Ciencias a conectarse con la red de infraestructura de la Escuela Politécnica Nacional (E.P.N.)*”, Quito – Ecuador, Septiembre 2009.
- [T3] **OLMEDO**, Omar, “*Diseño de una red inalámbrica utilizando la tecnología WiFi, para proveer servicio de Internet a la parroquia de Mindo*”, Quito – Ecuador, Septiembre 2010.

WEB

- [W1] “*IEEE 802.11 Architecture*”
URL: http://www.tutorial-reports.com/wireless/wlanwifi/wifi_architecture.php
- [W2] “*Topic 10: License-Exempt Wireless Applications for Public Safety*”
URL: <http://transition.fcc.gov/pshs/techtocics/techtocics10.html>
- [W3] “*Draft 11n Does Not Equal 100 Mbps Ethernet*”
URL: <http://www.smallnetbuilder.com/content/view/30184/100/>

- [W4] *“Wi-Fi Alliance® Reveals New Logo and Announces First Wi-Fi CERTIFIED™ 802.11n Draft 2.0 Products and Test Suite”*
URL: http://www.wi-fi.org/news_articles.php?f=media_news&news_id=545
- [W5] *“Using IEC 60601-1-2 for Testing Medical Devices”*
URL: <http://www.ce-mag.com/99ARG/Fenical277.html>
- [W6] *“802.1 Q”*
URL: <http://www.tech-faq.com/8021q.htm>
- [W7] *“Planeación y diseño de redes WLAN”*
URL: <http://www.eveliux.com/mx/planeacion-y-diseno-de-redes-wlan.php>
- [W8] *“Wireless N Dual-Band Modem Router Performance”*
URL:
http://www.belkin.com/IWCatProductPage.process?Product_Id=510658
- [W9] *“802.11n: Wi-Fi más rápido y más lejos que nunca”*
URL: <http://www.fayerwayer.com/2007/05/80211n-wi-fi-mas-rapido-y-mas-lejos-que-nunca/>
- [W10] *“Web metrics: Size and number of resources”*
URL: <http://code.google.com/intl/es-ES/speed/articles/web-metrics.html>
- [W11] *“Historia Clínica Electrónica”*
URL: <http://es.scribd.com/doc/7351909/Historia-Clinica-Electronic-A>
- [W12] *“Voz sobre Protocolo de Internet”*
URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_Protocolo_de_Internet
- [W13] *“Evolución del estándar 802.11”*

URL: [http://guimi.net/monograficos/G-Redes de comunicaciones/G-RCnode33.html](http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode33.html)

[W14] *“HP WX5000 Access Controller Series”*

URL: http://h17007.www1.hp.com/us/en/products/wireless/HP_WX5000_Access_Controller_Series/index.aspx

[W15] *“HP WA-802.11n - Introducción”*

URL: <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/es/es/sm/WF05a/12883-12883-1137927-4172284-4172284-4177377.html?dnr=1>

[W16] *“DAP-1353 Wireless N Access Point”*

URL: http://www.dlink.co.uk/cs/Satellite?c=Product_C&childpagename=DLin kEurope- GB%2FDLProductCarouselMultiple&cid=1197319181546&p=11973189623 42&packedargs=locale%3D1195806691854&pagename=DLinkEurope- GB%2FDLWrapper

ANEXOS

ANEXO A Comparación de tecnologías en 802.11a

VELOCIDAD DE DATOS	MODULACIÓN	TASA DE CODIFICACIÓN	CÓDIGO DE BITS POR SUBPORTADORA	CÓDIGO DE BITS POR SIMBOLO	DATOS DE BITS POR SIMBOLO OFDM
6 Mbps	bpsK	1 / 2	1	48	24
9 Mbps	bpsK	3 / 4	1	48	36
12 Mbps	QPSK	1 / 2	2	6	48
18 Mbps	QPSK	3 / 4	2	96	72
24 Mbps	16 – QAM	1 / 2	4	192	96
36 Mbps	16 – QAM	3 / 4	4	192	144
48 Mbps	16 – QAM	2 / 3	6	288	192
56 Mbps	16 – QAM	3 / 4	6	288	216

ANEXO B Declaración del fabricante para emisiones electromagnéticas

Guía y declaración del fabricante – emisiones electromagnéticas		
El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] está previsto para el uso en un entorno electromagnético especificado debajo. El cliente o el usuario del [EQUIPO ME o SISTEMA ME] se debería asegurar que se use en dicho entorno		
Ensayo de emisiones	Conformidad	Entorno electromagnético – Guía
Emisiones de RF CISPR 11	Grupo 1	El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] usa energía de RF sólo para su función interna. Por ello, sus emisiones de RF son muy bajas y no es probable que causen cualquier interferencia en los equipos electrónicos de las proximidades
Emisiones de RF CISPR 11	Grupo 2	El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] debe emitir energía electromagnética con el fin de realizar su función prevista. Los equipos electrónicos en las proximidades pueden verse afectados
Emisiones de RF CISPR 11	Clase [A o B]	
Emisiones de armónicos IEC 61000-3-2	Clase [A, B, C, D, o No aplicable]	
Fluctuaciones de tensión/emisiones flickers IEC 61000-3-3	[Cumple o No aplicable]	
	[Véanse el apartado 5.2.2.1 c) y la figura 1]	El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] es adecuado para su uso en todos los establecimientos, incluyendo los establecimientos domésticos y aquellos conectados directamente a la red pública de alimentación de baja tensión que alimenta a los edificios usados para fines domésticos
	[Véanse el apartado 5.2.2.1 c) y la figura 1]	El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] es adecuado para su uso en todos los establecimientos diferentes a los establecimientos domésticos, y puede ser usado en establecimientos domésticos y aquellos conectados directamente a la red pública de alimentación de baja tensión que alimenta a los edificios usados para fines domésticos, siempre que se considere la siguiente advertencia: Advertencia: Este equipo/sistema está previsto para su uso únicamente por profesionales sanitarios. Este equipo/sistema puede causar interferencias de radio o puede perturbar el funcionamiento de equipos en sus alrededores. Puede ser necesario tomar medidas de mitigación, tales como reorientación o recolocación del [EQUIPO ME o SISTEMA ME] o apantallamiento del lugar
	[Véanse el apartado 5.2.2.1 c) y la figura 1]	El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] es adecuado para su uso en todos los establecimientos diferentes a los establecimientos domésticos y aquellos conectados directamente a la red pública de alimentación de baja tensión que alimenta a los edificios usados para fines domésticos
Emisiones de RF CISPR 14-1	Cumple	El [EQUIPO ME] no es adecuado para interconexión con otro equipo
Emisiones de RF CISPR 15	Cumple	El [EQUIPO ME] no es adecuado para interconexión con otro equipo

ANEXO C Declaración del fabricante para inmunidad electromagnética

Guía y declaración del fabricante – inmunidad electromagnética			
El [EQUIPO ME o SISTEMA ME] está previsto para el uso en un entorno electromagnético especificado debajo. El cliente o el usuario del [EQUIPO ME o SISTEMA ME] se debería asegurar que se use en dicho entorno			
Ensayo de inmunidad	Nivel de ensayo de la Norma IEC 60601	Nivel de conformidad	Entorno electromagnético – Guía
Descarga electrostática (DES) IEC 61000-4-2	± 6 kV por contacto ± 8 kV por aire		Los suelos debería ser de madera, hormigón o baldosa cerámica. Si los suelos están cubiertos con material sintético, la humedad relativa debería ser al menos del 30%
Transitorios/ráfagas rápidas IEC 61000-4-4	± 2 kV para líneas de alimentación de red ± 1 kV para líneas de entrada/salida		La calidad de la red de alimentación debería ser la de un entorno comercial típico o la de un hospital
Onda de choque IEC 61000-4-5	± 1 kV línea a línea ± 2 kV línea a tierra		La calidad de la red de alimentación debería ser la de un entorno comercial típico o la de un hospital
Caidas de tensión, interrupciones y variaciones de tensión en las líneas de entrada de alimentación IEC 61000-4-11	$<5\% U_T$ (caída $>95\%$ en U_T) para 0,5 ciclos $40\% U_T$ (caída 60% en U_T) para 5 ciclos $70\% U_T$ (caída 30% en U_T) para 25 ciclos $<5\% U_T$ (caída $>95\%$ en U_T) para 5 s		La calidad de la red de alimentación debería ser la de un entorno comercial típico o la de un hospital. Si el usuario del [EQUIPO ME o SISTEMA ME] requiere un funcionamiento continuo durante las interrupciones de alimentación, se recomienda que el [EQUIPO ME o SISTEMA ME] se alimente de una fuente de alimentación ininterrumpida o una batería
Campo magnético a frecuencia de red (50/60 Hz) IEC 61000-4-8	3 A/m		Los campos magnéticos a frecuencia de red deberían estar a niveles característicos de una localización típica de un entorno comercial típico o de un hospital
NOTA U_T es la tensión de alimentación de corriente alterna antes de la aplicación del nivel de ensayo.			

ANEXO D Resultados de la encuesta a representantes o jefes de área de la institución sobre los requerimientos de los usuarios

Roberto Montenegro: Gerente departamento de sistemas *Hospital Metropolitano*

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?

Los mayores beneficiarios serían los pacientes que siempre tienen quejas sobre las pocas áreas que poseen el servicio de Internet, además de ellos otros beneficiarios serían los médicos que podrían acceder con sus equipos portátiles como PADs o teléfonos Blackberrys a los resultados de los exámenes de laboratorio de forma rápida. Otros usuarios que se beneficiarían son los técnicos que siempre requieren conexión a Internet, lo que por el momento se les da con red cableada pero ellos necesitan movilizarse y es una molestia estar buscando puntos de red disponibles.

- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?

Para los pacientes ellos requieren un acceso casi ilimitado sobre el Internet, en relación con los médicos también requieren Internet pero además necesitan acceso a las páginas de resultados de laboratorio. Los técnicos por su lado lo único que necesitan es Internet con permisos para la descarga de archivos.

- ¿Con respecto a estos servicios, cuáles serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Esta nueva red inalámbrica debe de ser compatible con la ya existente y de ser posible esta red no debe de reemplazarse o modificarse, a menos que sea necesario para el proyecto. Esto con el fin de disminuir los costos del proyecto para que sea viable una implementación en el *Hospital*.

Juan Calderón: Administrador de redes *Hospital Metropolitano*

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?

Existen varios usuarios que se benefician de este proyecto, los principales son los pacientes del *Hospital* que tendrían una mayor área de cobertura, los médicos que podrán conectarse con sus equipos portátiles que suelen traer, además sería muy útil para la implementación de la telefonía

inalámbrica IP así como el proyecto de historia clínica electrónica que se planea implementar para los médicos.

- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?

En el caso de los pacientes utilizarán únicamente el Internet pero sin acceso a videos o descarga de archivos, los médicos utilizarán el Internet así como las páginas de muestras de resultados y en el caso de la historia clínica electrónica utilizarían el sistema GEMA para el ingreso de los pacientes, además utilizarían los teléfonos IP inalámbricos para llamadas dentro de la institución únicamente. Por último también lo utilizarían los jefes de áreas y gerentes ya que ellos poseen laptops que se llevan a sus casas y sería más fácil para los mismos que se conectaran inalámbricamente a la red del *Hospital*.

- ¿Con respecto a estos servicios cuales, serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Para los requerimientos, el principal es que cualquier sistema sea compatible con la red ya existente así como con los sistemas de administración, otro requisito es que se pueda implementar VLANs para que aquellos trabajadores que poseen laptops puedan utilizar esta red para acceder a la red del *Hospital* tal como si lo hicieran en la red cableada. Para la telefonía IP inalámbrica la nueva red deberá ser compatible con el sistema actualmente utilizado en el *Hospital* para la telefonía IP cableada.

Mario Bermeo: Técnico a cargo de sistemas informáticos para las áreas de Imagen y páginas de resultados para los médicos.

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?

Con relación a este proyecto se podrían beneficiar tanto los médicos que trabajan con los equipos médicos así como los técnicos que realizan mantenimiento ya que ellos traen sus laptops y necesitan conexión a Internet.

- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?

Los médicos utilizarían el Internet para el acceso de las páginas de laboratorio mediante equipos PAD que algunos poseen, mientras que los

técnicos lo usarían por el Internet para revisar manuales, mails de sus empresas, bajar actualizaciones, etc.

- ¿Con respecto a estos servicios, cuáles serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Que el acceso a la red no sea muy complejo para los médicos y los técnicos, que posean un velocidad aceptable para navegación en Internet y además que este servicio sea compatible con todos los diversos equipos que poseen estos usuarios.

Francisco Rubio: Operador Departamento Sistemas a cargo de brindar soporte a pacientes usuarios de Internet.

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?

Los usuarios serían los más beneficiados por este proyecto ya que siempre existen quejas de los mismos sobre la cobertura del servicio que únicamente se ofrece en el área de *Hospitalización*, mientras que en las salas de espera de los consultorios no existe este servicio.

- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?

Lo único que utilizan es el Internet para revisar sus mails, programas de chat y algunas páginas sobre entretenimiento. Para mejorar el servicio que se les presta ellos deben de tener un acceso sin restricciones a Internet que es siempre una de las principales quejas.

- ¿Con respecto a estos servicios, cuáles serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Que sea compatible con los equipos que traen los pacientes ya que son de muchas marcas, modelos e idiomas; además que se pueda acceder a esta red inalámbrica en todos los espacios públicos.

Gina Sinche: Asistente Departamento de Recursos Humanos

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?

Los usuarios beneficiados serían los jefes de departamento que poseen equipos portátiles que saben llevárselos a sus casas para realizar el trabajo y al siguiente deben volver a conectarlos. Ellos también en ocasiones tienen reuniones y no pueden conectarse a la red cableada en estos sitios

por falta de puntos de red o los cables. Otros usuarios son los técnicos que vienen a reparar los equipos o a instalar programas que vienen con sus laptops y necesitan Internet en ocasiones.

- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?

Para los jefes de departamento ellos necesitan tener acceso a todas las aplicaciones del *Hospital* como son GEMA y NAF, además de tener acceso a Internet para consultas. Los técnicos solo utilizan Internet ya que así se pueden comunicar con sus respectivas empresas y obtener programas o información necesaria para realizar su trabajo.

- ¿Con respecto a estos servicios, cuáles serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Con respecto a los jefes de departamento el principal requisito es que sea de fácil acceso en cualquier área de tal manera que no pierdan tiempo en conectarle con la red del *Hospital*, y para los técnicos que tengan Internet y puedan descargarse archivos.

Alex Tulcanaza: técnico de la empresa Roche que se encarga del sistema de muestras de laboratorio así como de la página WEB que permite acceder a los mismos por Internet.

- ¿Qué usuarios podrían estar directamente relacionados con el proyecto?

En el caso de laboratorio los beneficiados serían los médicos y los técnicos que venimos a dar soporte.

- ¿Cuáles son los servicios que utilizan y utilizarán estos usuarios?

Con la red inalámbrica los médicos podrían conectarse con sus equipos PAD o Blackberry que poseen para poder ver los resultados de laboratorio en cualquier instante e informarles a los pacientes inmediatamente en caso de ser necesario. Para todos los técnicos que damos soporte siempre es una necesidad tener acceso de Internet en cualquier parte lo que se nos restringe al conectarnos con la red cableada.

- ¿Con respecto a estos servicios, cuáles serían los requerimientos para su implementación o rediseño?

Que este servicio se implemente en todo el *Hospital* si es posible, además que el acceso sea simple para poder conectarse inmediatamente y no sea necesario un proceso para la conexión cada vez que se requiera el Internet.

ANEXO E Información de la tecnología ECL del manual del equipo Cobas 600

cobas 6000

2 e 601 module - ECL technology

ECL measuring principles

ECL measuring principles

Electrochemiluminescent (ECL) processes are known to occur with numerous molecules including compounds of ruthenium, osmium, rhenium or other elements.

ECL is a process in which highly reactive species are generated from stable precursors at the surface of an electrode. These highly reactive species react with one another, producing light.

The development of ECL/Origen immunoassays is based on the use of a ruthenium(II)-tris(bipyridyl) $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$ complex and tripropylamine (TPA). The final chemiluminescent product is formed during the detection step.

The chemiluminescent reactions that lead to the emission of light from the ruthenium complex are initiated electrically, rather than chemically. This is achieved by applying a voltage to the immunological complexes (including the ruthenium complex) that are attached to streptavidin-coated microbeads. The advantage of electrically initiating the chemiluminescent reaction is that the entire reaction can be precisely controlled.

Use of the Ruthenium complex

ECL technology uses a ruthenium chelate as the complex for the development of light. Salts of ruthenium-tris(bipyridyl) are stable, water-soluble compounds. The bipyridyl ligands can be readily modified with reactive groups to form activated chemiluminescent compounds.

For the development of ECL immunoassays, a N-hydroxysuccinimide (NHS) ester of a modified $\text{Ru}(\text{bpy})_3$ complex is used because it can be easily coupled with amino groups of proteins, haptens and nucleic acids. This allows the detection technology to be applied to a wide variety of analytes.

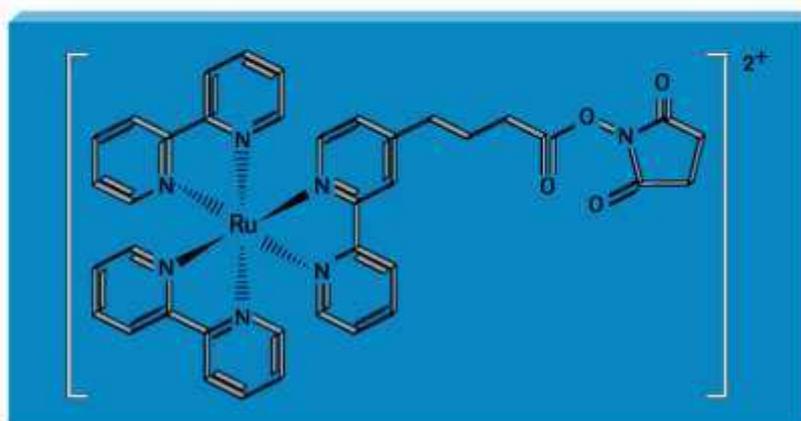


Figure A-3 The ruthenium complex

The ECL reaction at the electrode surface

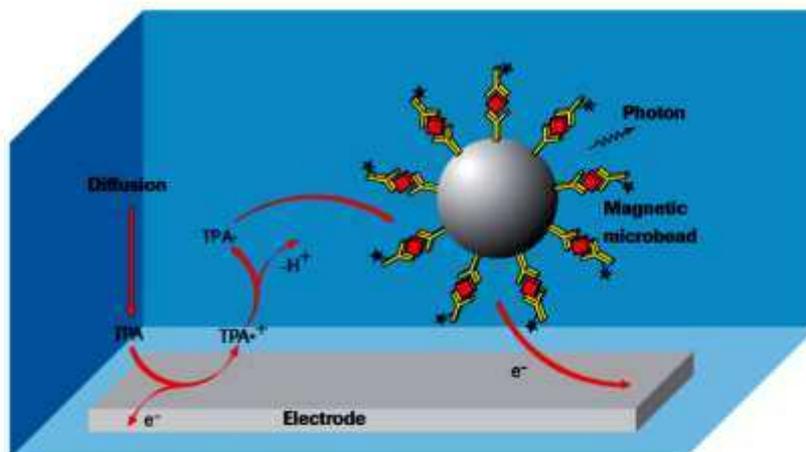


Figure A-4 Detection of a ruthenium-labeled immune complex

Two electrochemically active substances, the ruthenium complex and tripropylamine (TPA), are involved in the reactions that lead to the emission of light. Both substances remain stable as long as a voltage is not applied.

The ECL reaction of ruthenium-tris(bipyridyl)²⁺ and tripropylamine occurs at the surface of a platinum electrode. The applied voltage creates an electrical field, which causes all the materials in this field to react. Tripropylamine is oxidized at the electrode, releases an electron and forms an intermediate tripropylamine radical-cation, which further reacts by releasing a proton (H⁺) to form a TPA radical (TPA•).

In turn, the ruthenium complex also releases an electron at the surface of the electrode thus oxidizing to form the Ru(bpy)₃³⁺ cation. This ruthenium cation is the second reaction component for the following chemiluminescent reaction with the TPA radical.

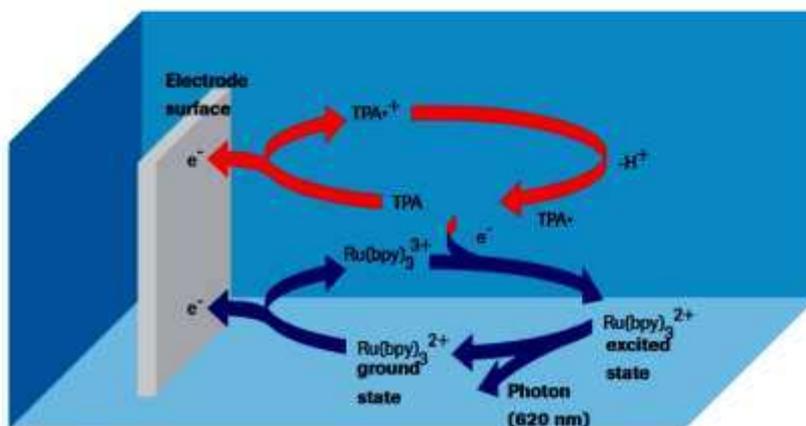


Figure A-5 The ECL reaction at the electrode surface

TPA• and Ru(bpy)₃³⁺ react with one another, whereby Ru(bpy)₃³⁺ is reduced to Ru(bpy)₃²⁺ and at the same time forms an excited state via energy transfer. This

excited state is unstable and decays with emission of a photon at 620 nm to its original state. The reaction cycle can now start again. The tripropylamine radical reduces to by-products which do not affect the chemiluminescence process. TPA is used up and therefore must be present in excess. The reaction is controlled by diffusion of the TPA and the amount of ruthenium complex present. As TPA in the electrical field is depleted, the signal strength (light) is slowly reduced once the maximum is reached.

Although TPA is depleted during measurement, the ruthenium ground state complex is continually regenerated. This means that the ruthenium complex can perform many light-generating cycles during the measurement process, therefore showing an inherent amplification effect which contributes to the technology's sensitivity. Many photons can be created from one antigen-antibody complex.

ECL signal generation

The graph displays a typical ECL signal generation. Viewed from an electrical perspective, the reaction can be explained as follows: When a voltage is applied to the detection cell electrode a peak of light emission occurs over a short time interval and can be detected as the resulting ECL signal. A defined area under the curve is measured around the intensity maximum.

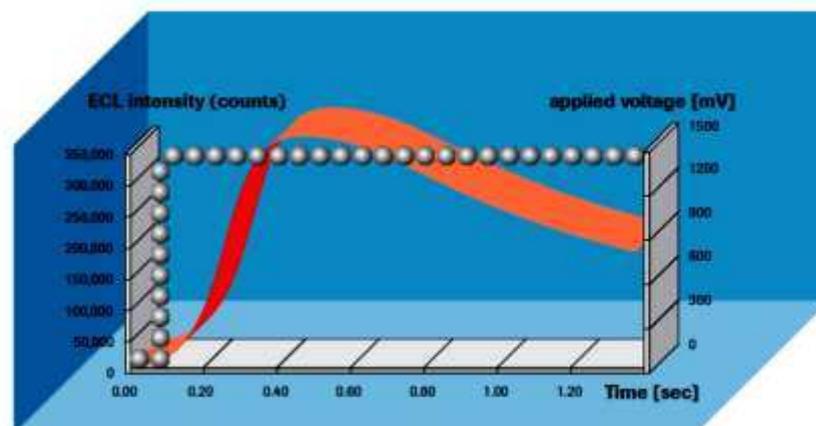


Figure A-6 ECL signal generation

The dotted line indicates the voltage at the electrode used to generate the ECL signal. The solid line is the actual light output measured by the photomultiplier detector.

ECL measuring cell

The core of the system is the ECL detection cell, which is designed as a flow-through cell. Essentially, three operating steps are performed in the measuring cell:

- Bound/free separation

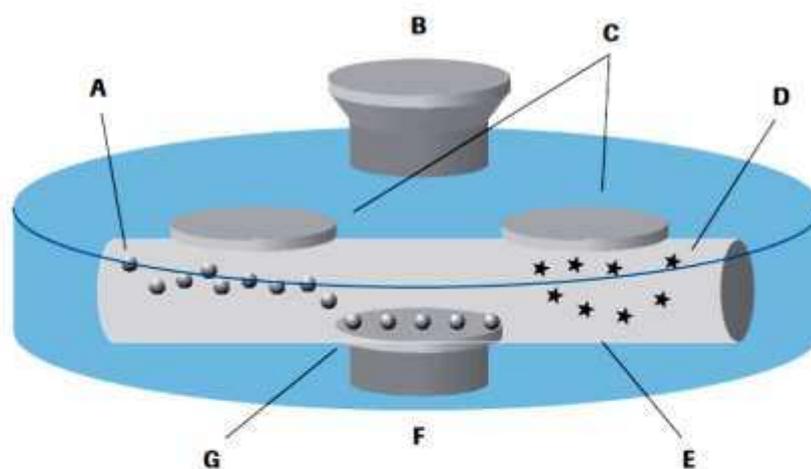
Using a magnet, the streptavidin microbeads that are coated with antigen-antibody complexes are uniformly deposited on the working electrode. A system buffer (ProCell) is used to wash the particles on the working electrode and to flush out the excess reagent and sample materials from the measuring cell.

- ECL reaction

The magnet is removed and a voltage is then applied to the electrode on which the microbeads, coated with antigen-antibody complexes, are deposited to initiate the ECL reaction. The light emission is measured with a photomultiplier. The system then uses the corresponding signals for the calculation of results.

- Release of microbeads and cell cleaning

Once the measurement is completed, the paramagnetic microbeads are washed away from the electrode surface with a special cleaning solution (CleanCell). The surface of the measuring cell is regenerated by varying the potential on the electrode. The cell is then ready for another measurement.



- | | |
|---|--|
| A Magnetic microbeads with bound antigen-antibody complex | B Photomultiplier |
| C Counter electrode | D Unbound antibody (ruthenium-labeled) |
| E Flow channel | F Magnet |
| G Working electrode | |

Figure A-7 ECL measuring cell

Advantages of ECL technology

Electrochemiluminescence is a highly innovative technology that offers distinct advantages over other detection techniques.

- Extremely stable nonisotopic label allows liquid reagent convenience.
- Enhanced sensitivity in combination with short incubation times means high quality assays and fast result turnaround.
- Large measuring range of five orders of magnitude minimizes dilutions and repeats, reducing handling time and reagent costs.
- Applicable for the detection of all analytes providing a solid platform for menu expansion.

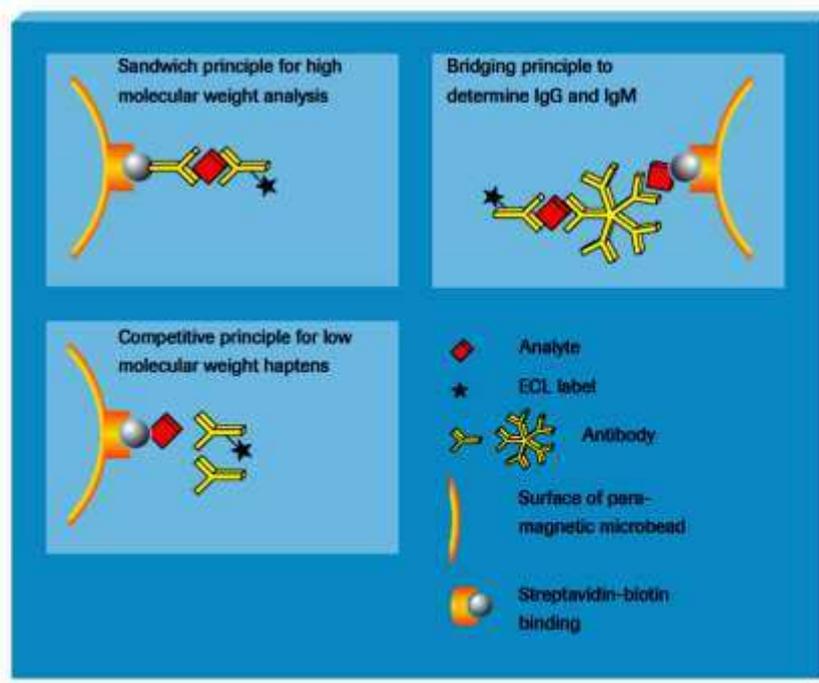


Figure A-8 ECL assay principles

ANEXO F Información sobre EMC de los equipos Philips Intera de 1.5 y 3 Teslas del manual de Datos Técnicos

9 Electromagnetic compatibility.

The Achieva 1.5T and 3.0T, Intera 1.5T and Panorama 1.0T MRI Magnetic Resonance systems (referred to as system) are designed and in compliance with the IEC 60601-1-2: 2001 electromagnetic emissions and immunity requirements for medical electrical equipment.

The system is classified as:

Group 2 equipment, Class A non-life supporting equipment.

- The system is a large permanently installed system.
- The system uses an intentional transmitter of RF electromagnetic energy for the purpose of its operation.
- The system uses an intentional receiver of RF electromagnetic energy for the purpose of its operation.

For the receive frequency the exclusion band is applicable.

NOTE

For applicable frequencies see section 4.

A list of cables in the system is incorporated in the Service documentation supplied with the system.



WARNING

The use of accessories, transducers and / or cables other than those specified, with the exception of transducers and / or cables sold by the manufacturer of the system as replacement parts for internal components, may result in increased emissions and / or decreased immunity of the system.

The system is intended for use in the electromagnetic environment specified on the next pages. The customer or user of the system shall assure that it is used in such an environment.

NOTE *In order to assure proper functioning of the MR system the site conducted and radiated emissions shall remain within the limits as described in the tables below.*

ELECTROMAGNETIC EMISSIONS		
Emissions test	Compliance	Electromagnetic environment -guidance
RF emissions CISPR 11	Group 2 Class A	The system must emit electromagnetic energy in order to perform its intended function Nearby electronic equipment may be affected
Harmonic emissions IEC 61000-3-2	Not applicable	Mains power connection is above 16A
Voltage fluctuation/flicker emissions IEC 61000-3-3	Not applicable	Mains power connection is above 16A
		The system is suitable in all establishments other than domestic, and those directly connected to the public low-voltage power supply network that supplies buildings used for domestic purposes
		Interference may occur in the vicinity of equipment marked with the following symbol: 

ELECTROMAGNETIC IMMUNITY			
Immunity tests	IEC 60601-1-2: 2001 Test level	Compliance level	Electromagnetic environment -guidance
Electrostatic discharge (ESD) IEC 61000-4-2	$\pm 6\text{kV}$ contact $\pm 8\text{kV}$ air	In compliance	
Electrical fast transients/bursts IEC 61000-4-4	$\pm 2\text{kV}$ for power supply lines $\pm 1\text{kV}$ for input/output lines	In compliance	Mains power quality shall be that of a typical commercial hospital environment
Surge IEC 61000-4-5	$\pm 1\text{kV}$ differential mode $\pm 2\text{kV}$ common mode	In compliance	Mains power quality shall be that of a typical commercial hospital environment
Voltage dips short interruptions and voltage variations on power supply input lines IEC 61000-4-11	$<5\% U_T$ ($>95\%$ dip in U_T) for 0.5 cycle $40\% U_T$ (60% dip in U_T) for 5 cycles $70\% U_T$ (30% dip in U_T) for 25 cycles $5\% U_T$ (95% dip in U_T) for 5 sec	Not applicable Not applicable Not applicable Not applicable	The system is suitable in all establishments other than domestic, and those directly connected to the public low-voltage power supply network that supplies buildings used for domestic purposes
Power frequency (50/60Hz) magnetic fields IEC 61000-4-8	3 A/m	In compliance	Power frequency magnetic fields shall be at levels characteristic of a typical location in a typical commercial hospital environment

ELECTROMAGNETIC IMMUNITY			
Immunity tests	IEC 60601-1-2 Test level	Compliance level	Electromagnetic environment - guidance
Conducted RF IEC 61000-4-6	3V 150kHz-80MHz	3V	<p>Portable and mobile RF communications equipment shall not be used closer to any part of the system, including cables, than the recommended separation distance calculated from the equation applicable to the frequency of the transmitter</p> <p>Recommended separation distance d (m)</p> $d = 1.2\sqrt{P}$
Radiated RF IEC 61000-4-3	3V/m 80MHz – 2.5GHz	3V/m	$d = 1.2\sqrt{P}$ 80 MHz-800MHz $d = 2.3\sqrt{P}$ 800 MHz –2.5GHz
			<p>where P is the maximum output power rating of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer, and d is the recommended separation distance in meter (m). Field strengths from fixed RF transmitters, as determined by an electromagnetic site survey [remark a], should be less than the compliance level in each frequency range [remark b&c].</p>

ELECTROMAGNETIC IMMUNITY

Immunity tests	IEC 60601-1-2 Test level	Compliance level	Electromagnetic environment - guidance
-----------------------	---------------------------------	-------------------------	---

[Remark a] Field strengths from fixed transmitters, such as base stations for radio (cellular/cordless) telephones and land mobile radios, amateur radio, AM and FM radio broadcast and TV broadcast cannot be predicted theoretically with accuracy. To assess the electromagnetic environment due to fixed RF transmitters, an electromagnetic site survey may be considered. If the measured field strength in the location in which the system is used exceeds the applicable RF compliance level above, the system must be observed to verify normal operation. If abnormal performance is observed, additional measures may be necessary, such as reorienting, shielding or relocating the system.

[Remark b] Over the frequency range 150 kHz to 80 MHz, field strengths should be less than 3 V/m.

[Remark c] The MR system is a device that intentionally receives RF electromagnetic radiation for the purpose of its operation and is exempt from performance requirements in the exclusion band (frequency of operation) as mentioned in clause 4 of this document. This may include other MR devices nearby the system using the same frequency of operation.

Recommended separation distances between portable and mobile RF communications equipment and the system

The system is intended for use in an electromagnetic environment in which radiated RF disturbances are controlled. The customer or the user of the system can help prevent electromagnetic interference by maintaining a minimum distance between portable and mobile RF communications equipment (transmitters) and the system as recommended below, according to the maximum output power of the communications equipment.

Rated maximum output power of transmitter W	Separation distance according to frequency of transmitter m		
	150 kHz to 80 MHz	80 MHz to 800 MHz	800 MHz to 2.5 GHz
	$d = 1.2\sqrt{P}$	$d = 1.2\sqrt{P}$	$d = 2.3\sqrt{P}$
0.01	0.12	0.12	0.23
0.1	0.38	0.38	0.73
1	1.2	1.2	2.3
10	3.8	3.8	7.3
100	12	12	23

For transmitters rated at a maximum output power not listed above, the recommended separation distance d in meter (m) can be estimated using the equation applicable to the frequency of the transmitter, where P is the maximum output power rating of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer.

NOTE 1 At 80 MHz and 800 MHz, the separation distance for the higher frequency range applies.

NOTE 2 These guidelines may not apply in all situations. Electromagnetic propagation is affected by absorption and reflection from structures, objects and people.

NOTE 3 These values are applicable for all frequencies except for the frequencies in the exclusion band as mentioned in the previous table and the Site reference Guide (section 4.5.2).

ANEXO G Información sobre EMC de los equipos General Electric Revolution XRD del manual de Publicaciones Técnicas.

Section 2.0 - Compatibility Tables

This equipment complies with IEC 60601-1-2 Edition 2 (2001) EMC standard for medical devices. The AMX 4+ is suitable to be used in an electromagnetic environment, as per the limits & recommendations described in the tables hereafter:

- Emission Compliance level & limits (Table 2-2).
- Immunity Compliance level & recommendations to maintain equipment clinical utility (see Table 2-3 and Table 2-4).

Note: This system complies with above mentioned EMC standard when used with supplied cables. If different cable lengths are required, contact a qualified service representative for advice.

GE HEALTHCARE
REVISION 8

EMC COMPLIANCE STATEMENT
DIRECTION 5125914-100

2.1 Electromagnetic Emission

Guidance and manufacturer's declaration – Electromagnetic Emissions		
The AMX 4+ is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the AMX 4+ should assure that it is used in such an environment.		
Emissions Test	Compliance	Electromagnetic Environment Guidance
RF emissions, CISPR 11	Group 1	The AMX 4+ uses RF energy only for its internal function. Therefore, its RF emissions are very low and are not likely to cause any interference in nearby electronic equipment.
RF emissions, CISPR 11	Class A	The AMX 4+ is predominantly intended for use in non-domestic environments, and not directly connected to the Public Mains Network. The AMX 4+ is predominantly intended for use (e.g. in hospitals) with an appropriate power supply (see operation manual) and the recommended shielding for portable use.
Harmonic emissions, IEC 61000-3-2	Class A	
Voltage fluctuations/ flicker emissions, IEC 61000-3-3	Complies	

Table 2-2 AMX 4+ Electromagnetic Emission

2.2 Electromagnetic Immunity

Guidance and Manufacturer's declaration – electromagnetic immunity. The AMX 4+ is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the AMX 4+ should assure that it is used in such an environment.			
Immunity Test	IEC 60601-1-2 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
Electrostatic discharge (ESD), IEC 61000-4-2	+/- 6 kV contact. +/- 8 kV air.	+/- 6 kV contact. +/- 8 kV air.	Floors should be wood, concrete, or ceramic tile. If floors are covered with synthetic material, the relative humidity should be at least 30%.
Electrical fast transient/burst, EC 61000-4-4	+/- 2 kV for power supply lines. +/- 1 kV for input/output lines.	+/- 2 kV for power supply lines. +/- 1 kV for input/output lines.	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment
Surge, IEC 61000-4-5	+/- 1 kV line(s) to line(s). +/- 2 kV line(s) to earth.	+/- 1 kV line(s) to line(s). +/- 2 kV line(s) to earth.	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.
Voltage dips, short interruptions and voltage variations on power supply input lines, IEC 61000-4-11	< 5% U_T^a , (> 95% dip in U_T) for 0.5 cycle. 40% U_T , (60% dip in U_T) for 5 cycles. 70% U_T , (30% dip in U_T) for 25 cycles. < 5% U_T , (> 95% dip in U_T) for 5 sec.	< 5% U_T^a , (> 95% dip in U_T) for 0.5 cycle. 40% U_T , (60% dip in U_T) for 5 cycles. 70% U_T , (30% dip in U_T) for 25 cycles. < 5% U_T , (> 95% dip in U_T) for 5 sec.	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment. If the user of the AMX 4+ requires continued operation during power mains interruptions, it is recommended that the AMX 4+ be powered from an uninterruptible power supply or a battery.
Power frequency (50/60 Hz) magnetic field, IEC 61000-4-8	3 A/m	3 A/m	Power frequency magnetic fields should be at levels characteristic of a typical location in a typical commercial or hospital environment.

Table 2-3 AMX 4+ Electromagnetic Immunity

a. U_T is the a.c. mains voltage prior to application of the test level.

Guidance and Manufacturer's declaration - electromagnetic immunity. The AMX 4+ is suitable for use in the specified electromagnetic environment. The customer or the user of the AMX 4+ should assure that it is used in an electromagnetic environment as described below.

Immunity Test	IEC 60601-1-2 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
Conducted RF, IEC 61000-4-6	3 Vrms, 150 kHz to 80 MHz	V1 = 3Vrms	<p>Portable and mobile RF communications equipment should be used no closer to any part of the AMX 4+, including cables, than the recommended separation distance calculated from the equation appropriate for the frequency of the transmitter.</p> <p>Recommended Separation Distance</p> $d = \left[\frac{3.5}{V_1} \right] \sqrt{P}$ $d = \left[\frac{3.5}{E_1} \right] \sqrt{P} \quad 80 \text{ MHz to } 800 \text{ MHz}$ $d = \left[\frac{7}{E_1} \right] \sqrt{P} \quad 800 \text{ MHz to } 2.5 \text{ GHz}$ <p>where, P is the maximum output power rating of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer and d is the recommended separation distance in metres (m).</p> <p>Field strengths from fixed RF transmitters, as determined by an electromagnetic site survey^a, should be less than the compliance level in each frequency range^b.</p> <p>Interference may occur in the vicinity of equipment marked with the following symbol:</p> 
Radiated RF IEC 61000-4-21	3 V/m, 80 MHz to 2.5 GHz	E1 = 3V/m	

^a Field strengths from fixed transmitters, such as base stations for radio (cellular/cordless) telephones and land mobile radios, amateur radio, AM and FM radio broadcast, and TV broadcast cannot be predicted theoretically with accuracy. To assess the electromagnetic environment due to fixed RF transmitters, an electromagnetic site survey should be considered. If the measured field strength in the location in which the AMX 4+ is used exceeds the applicable RF compliance level above, the AMX 4+ should be observed to verify normal operation. If abnormal performance is observed, additional measures may be necessary, such as re-orienting or relocating the AMX 4+.

^b Over the frequency range 150 kHz to 80 MHz, field strengths should be less than [V1] V/m.

These guidelines may not apply in all situations. Electromagnetic propagation is affected by absorption and reflection from structures, objects, and people.

Table 2-4 AMX 4+ Electromagnetic Immunity (Continued)

ANEXO H Información sobre EMC de los equipos General Electric Light Speed VCT del manual de Pre-instalación.

4.8 Equipment EMI “Envelopes”

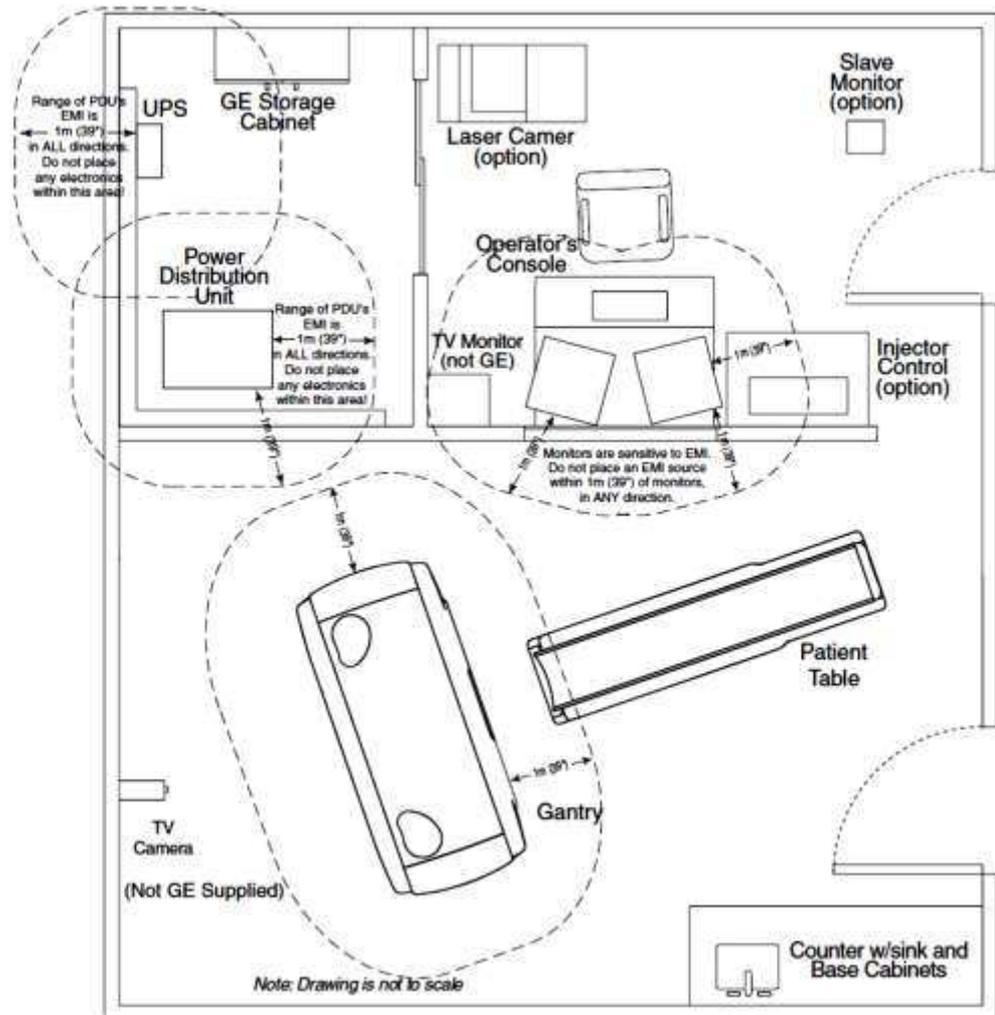


Figure 5-3 Sample Room Layout, showing approximate EMI requirements

4.9 EMC Compliance

4.9.1 General Scope

This equipment complies with IEC60601-1-2 Edition 2 (2001) EMC standard for medical devices. The LightSpeed 7.X System is suitable to be used in the electromagnetic environment, as per the limits and recommendations described in the tables hereafter:

- Emission Compliance level and limits (Table 5-2)
- Immunity Compliance level and recommendations to maintain equipment clinical utility (Table 5-3 and Table 5-4)

Note: This system complies with above-mentioned EMC standard when used with supplied cables. If different cable lengths are needed, contact a qualified GE service representative for advice.

4.10 Electromagnetic Emission

The LightSpeed 7.X is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the LightSpeed 7.X should assure that it is used in such an environment

EMC Emissions Guidance and Declaration for LightSpeed 7.X		
Emissions Test	Compliance	Electromagnetic Environment Guidance
RF emissions CISPR 11	Group 1	The LightSpeed 7.X uses RF energy only for its internal function. Therefore, its RF emissions are very low and are not likely to cause any interference in nearby electronic equipment.
RF emissions CISPR 11	Class A + 12	WARNING: This equipment is allowed to be installed only in X-ray protected rooms, which provide an attenuation of at least 12 dB for radio disturbances from 20 MHz to 1 GHz.
Harmonic emissions IEC 61000-3-2	Not Applicable	When installed in such a shielded location, the LightSpeed 7.X is suitable for use in all establishments other than domestic and those directly connected to the public low-voltage power supply network that supplies buildings used for domestic purposes.
Voltage fluctuations/ flicker emissions IEC 61000-3-3	Not Applicable	

Table 5-2 Electromagnetic Emissions

4.11 Electromagnetic Immunity

The LightSpeed 7.X is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the LightSpeed 7.X should assure that it is used in such an environment

EMC Emissions Guidance and Declaration for LightSpeed 7.X			
Immunity Test	IEC 60601-1-2 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
Electrostatic discharge (ESD) IEC 61000-4-2	± 6 kV contact ± 8 kV air	± 6 kV contact ± 8 kV air	Floors should be wood, concrete, or ceramic tile. If floors are covered with synthetic material, the relative humidity should be at least 30%.
Electrical fast transient/burst IEC 61000-4-4	± 2 kV for power supply lines ± 1 kV for input/output lines	± 2 kV for power supply lines ± 1 kV for input/output lines	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment
Surge IEC 61000-4-5	± 1 kV differential mode ± 2 kV common mode	± 1 kV differential mode ± 2 kV common mode	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.
Voltage dips, short interruptions and voltage variations on power supply input lines IEC 61000-4-11	< 5% U_T (> 95% dip in U_T) for 5 sec	< 5% U_T (> 95% dip in U_T) for 5 sec	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment. If the user of the LightSpeed 7.X requires continued operation during power mains interruptions, it is recommended that the LightSpeed 7.X be powered from an uninterruptible power supply or a battery.
Power frequency (50/60 Hz) magnetic field IEC 61000-4-8	3 A/m	3 A/m	Power frequency magnetic fields should be at levels characteristic of a typical location in a typical commercial or hospital environment.

Table 5-3 Electromagnetic Immunity

EMC Emissions Guidance and Declaration for LightSpeed 7.X			
Immunity Test	IEC 60601-1-2 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
<p>Conducted RF IEC 61000-4-6</p> <p>Radiated RF IEC 61000-4-3 (Alternative method: Full range IEC 61000-4-21 test in lieu of Large, Permanently-Installed Equipment exemption)</p>	<p>3 V_{RMS} 150 kHz to 80 MHz</p> <p>3 V/m 150 kHz to 80 MHz</p>	<p>3 V 150 kHz to 80 MHz</p> <p>3 V/m 150 kHz to 80 MHz</p>	<p>Portable and mobile RF communications equipment should be used no closer to any part of the LightSpeed 7.X, including cables, than the recommended separation distance calculated from the equation appropriate for the frequency of the transmitter.</p> <p>Recommended Separation Distance:</p> $d = \left[\frac{3.5}{3} \right] \sqrt{P}$ <p>(See Table 5-4.)</p> $d = \left[\frac{3.5}{3} \right] \sqrt{P}$ <p>80 MHz to 800 MHz (See Table 5-4.)</p> $d = \left[\frac{7}{3} \right] \sqrt{P}$ <p>800 MHz to 2.5 GHz (See Table 5-4.)</p> <p>where P is the maximum output power rating of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer and d is the recommended separation distance in meters (m).</p> <p>Field strengths from fixed RF transmitters, as determined by an electromagnetic site survey,^a should be less than the compliance level in each frequency range.^b</p> <p>Interference may occur in the vicinity of equipment marked with the following symbol:</p> 

- a.) Field strengths from fixed transmitters, such as base stations for radio (cellular/cordless) telephones and land mobile radios, amateur radio, AM and FM radio broadcast, and TV broadcast cannot be predicted theoretically with accuracy. To assess the electromagnetic environment due to fixed RF transmitters, an electromagnetic site survey should be considered. If the measured field strength in the location in which the LightSpeed 7.X is used exceeds the applicable RF compliance level above, the LightSpeed 7.X should be observed to verify normal operation. If abnormal performance is observed, additional measures may be necessary, such as re-orienting or relocating the LightSpeed 7.X.
- b.) Over the frequency range 150 kHz to 80 MHz, field strengths should be less than 3 V/m.

Note: These guidelines may not apply in all situations. Electromagnetic propagation is affected by absorption and reflection from structures, objects, and people

Note: U_T is the AC mains voltage prior to application of the test level.

Table 5-3 Electromagnetic Immunity

The LightSpeed 7.X is intended for use in an electromagnetic environment in which radiated RF disturbances are controlled. The customer or the user of the LightSpeed 7.X can help prevent electromagnetic interference by maintaining a minimum distance between portable and mobile RF communications equipment (transmitters) and the LightSpeed 7.X as recommended below, according to the maximum output power of the communications equipment

Recommended Separation Distances Between Portable and Mobile RF Communications Equipment and the LightSpeed 7.X			
Rated Maximum Output Power (P) of Transmitter Watts (W)	Separation Distance (Meters) by Frequency of Transmitter		
	150 kHz to 80 MHz $d = \left[\frac{3.5}{3}\right]\sqrt{P}$	80 MHz to 800 MHz $d = \left[\frac{3.5}{3}\right]\sqrt{P}$	800 MHz to 2.5 GHz $d = \left[\frac{7}{3}\right]\sqrt{P}$
0.01	0.12	0.12	0.23
0.1	0.37	0.37	0.74
1	1.17	1.17	2.33
10	3.69	3.69	7.38
100	11.7	11.7	23.3

For transmitters rated at a maximum output power not listed above, the separation distance can be estimated using the equation in the corresponding column, where P is the maximum output power rating of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer.

NOTE 1: At 80 MHz and 800 MHz, the separation distance for the higher frequency range applies.

NOTE 2: These guidelines may not apply in all situations. electromagnetic propagation is affected by absorption and reflection from structures, objects, and people.

Table 5-4 Recommended Separation Distances

As an example, a 1W mobile phone (800 MHz to 2.5 GHz carrier frequency) shall be separated by at least 2.3 meters from the LightSpeed 7.X (in order to avoid image interference risks.)

LIMITATIONS MANAGEMENT:

Adhering to the distance separation recommended in Table 5-4, between 150 kHz and 2.5 GHz, reduces disturbances recorded at the image level, but may not eliminate all disturbances. However, when installed and operated as specified herein, the system maintains its essential performance by continuing to acquire, display, and store diagnostic quality images safely.

ANEXO I Información sobre EMC de los equipos Philips Integris V3000 del manual de Pre-instalación.

5.4. ENVIRONMENTAL DATA

The mobile surgical system BV25 complies with the MSD classification C1, M2, S2.

C1: indoor use, under conditions normally found in theatre and emergency rooms.
 M2: mobile conditions, repetitive transport and stationary conditions during operation.
 S2: mains supply conditions.

Operating ambient temperature	: +10°C to +40°C
Operating relative humidity	: 20% to 90%, no condensation
Air pressure	: 500 - 1060 mbar
Emission of transients	: according to VDE 0875, degree N
Magnetic interference	: according to IEC 62A, par. 16
Acoustical noise	: <45 dB at 1 meter from system in frequency range of 300 Hz -16 kHz.

5.6. IEC CLASSIFICATION

- Class I
- Type B
- Anaesthetic proof (AP) according to IEC-601.1

5.7. APPLICABLE STANDARDS

- IEC publication 601-1, 1977
- IEC 62A/55, 1981
- IEC 62B/65
- IEC publication 406-407
- DIN 6811, 1972
- VDE 0871/6.78, class B, 0875/7.71 class N
- Röntgen Verordnung
- CISPR publication II and IIA, 1975.

ANEXO J Información sobre EMC de los equipos General Electric Voluson E8 de su manual de servicio

GE HEALTHCARE - KRETZTECHNIK
DIRECTION KTI106056, REVISION 5

VOLUSON® E8 / VOLUSON® E8 EXPERT
SERVICE MANUAL

2-2-3 EMI Limitations

Ultrasound systems are susceptible to Electromagnetic Interference (EMI) from radio frequencies, magnetic fields, and transients in the air or wiring. Ultrasound machines also generate EMI.

The Voluson® E8 complies with limits as stated on the EMC label. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation.



NOTICE Possible EMI sources should be identified before the unit is installed.

Electrical and electronic equipment may produce EMI unintentionally as the result of a defect. Sources of EMI include the following:

- medical lasers
- scanners
- cauterizing guns
- computers
- monitors
- fans
- gel warmers
- microwave oven
- light dimmers
- portable phones
- broadcast stations and mobile broadcasting machines

Table 2-4 EMI Prevention/Abatement

EMI Rule	Details
Be aware of RF sources.	Keep the unit at least 5 meters (16.4 feet) away from other EMI sources. Special shielding may be required to eliminate interference problems caused by high frequency, high powered radio or video broadcast signals.
Ground the unit.	Poor grounding is the most likely reason a unit will have noisy images. Check grounding of the power cord and power outlet.
Replace and/or reassemble all screws, RF gaskets, covers and cores.	After you finish repairing or updating the system, replace all covers and tighten all screws. Any cable with an external connection requires a magnet wrap at each end. Install the shield over the front of card cage. Loose or missing covers or RF gaskets allow radio frequencies to interfere with the ultrasound signals.
Replace broken RF gaskets.	If more than 20% or a pair of the fingers on an RF gasket are broken, replace the gasket. Do not turn ON the unit until any loose metallic part is removed and replaced, if required.
Do not place labels where RF gaskets touch metal.	Never place a label where RF gaskets meet the unit. Otherwise, the gap created will permit RF leakage. In case a label has been found in such a location, move the label to a different, appropriate location.
Use GE- specified harnesses and peripherals.	The interconnect cables are grounded and require ferrite beads and other shielding. Cable length, material, and routing are all important; do not make any changes that do not meet all specifications.
Take care with cellular phones.	Cellular phones may transmit a 5 V/m signal that causes image artifacts.
Properly dress peripheral cables.	Do not allow cables to lie across the top of the card cage or hang out of the peripheral bays. Loop the excess length for peripheral cables inside the peripheral bays. Attach the monitor cables to the frame.

3-4-2 System Voltage Settings

Verify that the scanner is set to the correct voltage. The Voltage setting for the Voluson® E8 Scanner is found on the identification plate, on the rear of the system.



Figure 3-5 Identification Plate



WARNING

CONNECTING A Voluson® E8 SCANNER TO THE WRONG VOLTAGE LEVEL WILL MOST LIKELY DESTROY THE SCANNER.

3-4-3 EMI Protection

This unit has been designed to minimize the effects of Electro-Magnetic Interference (EMI). Many of the covers, shields, and screws are provided primarily to protect the system from image artifacts caused by this interference. For this reason, it is imperative that all covers and hardware are installed and secured before the unit is put into operation.

Ensure that the system is protected from electromagnetic interference (EMI), as follows:

- Operate the system at least 15 feet away from equipment that emits strong electromagnetic radiation.
- Operate the system in an area enclosed by walls, floors and ceilings comprised of wood, plaster or concrete, which help prevent EMI.
- Shield the system when operating it in the vicinity of radio broadcast equipment, if necessary.
- Do not operate mobile phones or other EMI emitting devices in the ultrasound room.
- Verify that all EMI rules listed in the following table are followed:

The Voluson® E8 ultrasound unit is approved for use in hospitals, clinics and other environmentally qualified facilities, in terms of the prevention of radio wave interference. Operation of the ultrasound unit in an inappropriate environment can cause electronic interference to radios and television sets situated near the medical equipment.

For further details and EMI Prevention/Abatement refer to [Section 2-2-3 "EMI Limitations" on page 2-4](#).

ANEXO K Información sobre EMC de los equipos General Electric Vivid 7 de su manual de servicio

Electromagnetic Compatibility (EMC)

This unit carries the CE mark. The Vivid 7/Vivid 7 PRO unit complies with regulatory requirements of the European Directive 93/42/EEC concerning medical devices. It also complies with emission limits for a Group 1, Class B Medical Device as stated in EN 60601-1-2 (IEC 60601-1-2).

All types of electronic equipment may characteristically cause electromagnetic interference with other equipment, transmitted either through air or connecting cables. The term Electromagnetic Compatibility (EMC), indicates the capability of the equipment to curb electromagnetic influence from other equipment, while at the same time not affecting other equipment with similar electromagnetic radiation.

Radiated or conducted EMC can cause distortion, degradation, or artifacts in the ultrasound image which could potentially obscure diagnostic information.

There is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment is found to cause or respond to interference, which may be determined by turning equipment on and off, qualified service personnel should attempt to correct the problem by one or more of the following measures:

- Re-orient or re-locate the affected device.
- Increase the separation between the unit and the affected device.
- Power the equipment from a source other than that of the affected device.
- Consult the service representative for further suggestions.

The manufacturer is not responsible for any interference or responses caused by the use of interconnecting cables other than those recommended, or by unauthorized changes or modifications to this unit. Unauthorized changes or modifications could void the user's authority to operate the equipment.

To comply with the regulations on electromagnetic interference, all interconnecting cables to peripheral devices must be shielded and properly grounded. Use of cables not properly shielded and grounded may result in the equipment causing or responding to radio frequency interference, in violation of the European Union Medical Device Directive and FCC regulations.

Do not use devices which intentionally transmit RF signals, for example, cellular phones, transceivers, or radio controlled

2-2-3 EMI Limitations

Ultrasound machines are susceptible to Electromagnetic Interference (EMI) from radio frequencies, magnetic fields, and transients in the air or wiring. They also generate EMI. The Vivid 7 complies with limits as stated on the EMC label. However there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation.

Possible EMI sources should be identified before the unit is installed.

Electrical and electronic equipment may produce EMI unintentionally as the result of a defect. These sources include:

- medical lasers,
- scanners,
- cauterizing guns,
- computers,
- monitors,
- fans,
- gel warmers,
- microwave ovens,
- light dimmers
- portable phones.

The presence of a broadcast station or broadcast van may also cause interference.

See [Table 2-5 on page 2-8](#) for EMI Prevention tips.

2-2-3 EMI Limitations (cont'd).

Table 2-5 EMI Prevention/abatement

EMI Rule	Details
Be aware of RF sources	Keep the unit at least 5 meters or 15 feet away from other EMI sources. Special shielding may be required to eliminate interference problems caused by high frequency, high powered radio or video broadcast signals.
Ground the unit	Poor grounding is the most likely reason a unit will have noisy images. Check grounding of the power cord and power outlet.
Replace all screws, RF gaskets, covers, cores	After you finish repairing or updating the system, replace all covers and tighten all screws. Any cable with an external connection requires a magnet wrap at each end. Install the Card Rack cover over the Card Rack. Loose or missing covers or RF gaskets allow radio frequencies to interfere with the ultrasound signals.
Replace broken RF gaskets	If more than 20% or a pair of the fingers on an RF gasket are broken, replace the gasket. Do not turn on the unit until any loose metallic part is removed.
Do not place labels where RF gaskets touch metal	Never place a label where RF gaskets meet the unit. Otherwise, the gap created will permit RF leakage. Or, if a label has been found in such a position, move the label.
Use GE specified harnesses and peripherals	The interconnect cables are grounded and require ferrite beads and other shielding. Also, cable length, material, and routing are all important; do not change from what is specified.
Take care with cellular phones	Cellular phones may transmit a 5 V/m signal; that could cause image artifacts.
Properly dress peripheral cables	Do not allow cables to lie across the top of the Card Rack or hang out of the peripheral bays. Loop the excess length for peripheral cables inside the peripheral bays. Attach the monitor cables to the frame.

ANEXO L Información sobre EMC de los equipos Philips IE33 de su manual de servicio

Electromagnetic Immunity

The system is intended for use in the electromagnetic environment specified here. The customer or the user of the system should ensure that it is used in such an environment.

Electromagnetic Immunity: Environment Guidance

Immunity Test	IEC 60601 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
Electrostatic discharge (ESD), IEC 61000-4-2	± 6 kV contact, ± 8 kV air	Same as IEC 60601 test level	Floors should be wood, concrete, or ceramic tile. If floors are covered with synthetic material, the relative humidity should be at least 30%.
Electrical fast transient/burst, IEC 61000-4-4	± 2 kV for power supply lines, ± 1 kV for input/output lines	Same as IEC 60601 test level	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.
Surge, IEC 61000-4-5	± 1 kV differential mode, ± 2 kV common mode	Same as IEC 60601 test level	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.

Immunity Test	IEC 60601 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
Voltage dips, short interruptions, and voltage variations on power supply input lines, IEC 61000-4-11	$<5\% U_T$ $>95\%$ dip in U_T for 0.5 cycle $40\% U_T$ 60% dip in U_T for 5 cycles $70\% U_T$ 30% dip in U_T for 25 cycles $<5\% U_T$ $>95\%$ in U_T for 5 seconds	Same as IEC 60601 test level	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment. If you require continued operation during power mains interruptions, Philips recommends that the system be powered from an uninterruptible power supply or a battery.
Power frequency (50/60 Hz) magnetic field, IEC 61000-4-8	3 A/m	Same as IEC 60691 test level	Power frequency magnetic fields should be at levels characteristic of a typical location in a typical commercial or hospital environment.

Immunity Test	IEC 60601 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment Guidance
Conducted RF, IEC 61000-4-6	3 VRMS 150 kHz to 80 MHz	0.08 V	For recommended separation distances, see "Recommended Separation Distance" on page 71.
Radiated RF, IEC 61000-4-3	3 V/m 80 MHz to 2.5 GHz	3 V/m	

Recommended Separation Distance

The following table provides recommended separation distances, which are guidelines on the distances that any RF transmitting equipment should be kept away from the ultrasound system to reduce the risk of interference with the system. Portable and mobile RF communications equipment should be used no closer to any part of the system, including cables, than the recommended separation distance calculated from the equation applicable to the frequency of the transmitter. Field strengths from fixed RF transmitters, as determined by an electromagnetic site survey, should be less than the compliance level in each frequency range as noted in the table. Interference may occur in the vicinity of equipment marked with the following symbol: .

Field strengths from fixed transmitters, such as base stations for radio (cellular/cordless) telephones and land mobile radios, amateur radio, AM and FM radio broadcast, and TV broadcast, cannot be predicted theoretically with accuracy. To assess the electromagnetic environment due to fixed RF transmitters, an electromagnetic site survey should be considered. If the measured field strength in the location in which the system is used exceeds the applicable RF compliance level in the table, the system should be observed to verify normal operation. If abnormal performance is observed, additional measures may be necessary, such as reorienting or relocating the system.

NOTES

- For transmitters rated at a maximum output power not listed in the following table, the recommended separation distance d in meters (m) can be estimated using the equation applicable to the frequency of the transmitter, where P is the maximum output power rating of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer.
- At 80 MHz and 800 MHz, the higher frequency range applies.
- The recommended separation distance guidelines in the following table may not apply to all situations. Electromagnetic propagation is affected by absorption and reflection from structures, objects, and people.

The information provided here, in conjunction with "[Electromagnetic Interference](#)" on page 69, provides guidance on conducted and radiated interference from portable and fixed RF transmitting equipment.

Recommended Separation Distances by Transmitter Frequency

Rated Maximum Output Power of Transmitter (Watts)	150 kHz to 80 MHz $d = 43.8 \sqrt{P}$	80 to 800 MHz $d_T = 1.2 \sqrt{P}$	800 MHz to 2.5 GHz $d = 2.4 \sqrt{P}$
0.01	4.4 m	0.12 m	0.24 m
0.1	13.8 m	0.38 m	0.76 m
1	43.8 m	1.2 m	2.4 m
10	138 m	3.8 m	7.6 m
100	438 m	12 m	24 m

ANEXO M Información sobre EMC de los equipos Terason t3000de su Guía de usuario



Appendix E Electromagnetic Compatibility Tables

This appendix provides reference tables for emissions and immunity requirements.

The Terason Ultrasound System is intended for use in the electromagnetic environment specified in the following tables. The customer or user of the Terason system should ensure that it is used in such an environment.

Compatibility for All Equipment

Guidance and Manufacturer's Declaration—Electromagnetic Emissions—For All Equipment and Systems (Table 201 from EN 60601-1-2:2001)

Emissions Test	Compliance	Electromagnetic Environment - Guidance
RF Emissions CISPR 11	Group 1	The Terason Ultrasound System uses RF energy only for its internal function. Therefore, its RF emissions are very low and are not likely to cause any interference in nearby electronic equipment.
RF Emissions CISPR 11	Group 2	The 10V5S transducer emits electromagnetic energy. Nearby electronic equipment may be affected.
RF Emissions CISPR 11	Class B	The Terason Ultrasound System is suitable for use in all establishments, including domestic, and those directly connected to the public low-voltage power supply network that supplies buildings used for domestic purposes.
Harmonics IEC 61000-3-2	Class A	
Flicker IEC 61000-3-3	Complies	

Guidance and Manufacturer's Declaration—Electromagnetic Immunity—For All Equipment and Systems (Table 202 from EN 60601-1-2:2001)

Immunity Test	IEC 60601 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment - Guidance
ESD IEC 61000-4-2	+6kV Contact ±8kV Air	+6kV Contact ±8kV Air	Floors should be wood, concrete or ceramic tile. If floors are synthetic, the relative humidity should be at least 30%
EFT IEC 61000-4-4	+2kV Mains ±1kV I/Os	+2kV Mains ±1kV I/Os	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.
Surge IEC 61000-4-5	±1kV Differential ±2kV Common	±1kV Differential ±2kV Common	
Voltage Dips/ Dropout IEC 61000-4-11	>95% Dip for 0.5 Cycle 60% Dip for 5 Cycles 30% Dip for 25 Cycles > 95% Dip for 5 Seconds	>95% Dip for 0.5 Cycle 60% Dip for 5 Cycles 30% Dip for 25 Cycles > 95% Dip for 5 Seconds	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment. The unit continues to operate during a 5-second loss of power. However, if the user of the Terason Ultrasound System requires continued operation during a longer power outage, Using an uninterruptible power supply to power the Terason system is recommended.
Power Frequency 50/60 Hz Magnetic Field IEC 61000-4-8	3A/m	3A/m	Power Frequency magnetic fields should be that of a typical commercial or hospital environment.

Compatibility for Non-Life-Supporting Equipment

Guidance and Manufacturer's Declaration—Electromagnetic Immunity—For Equipment and Systems That Are Not Life Supporting (Table 204 from EN 60601-1-2:2001)

Immunity Test	IEC 60601 Test Level	Compliance Level	Electromagnetic Environment - Guidance
Conducted RF IEC 61000-4-6	3 Vrms 150 KHz to 80 MHz	$[V_1] = 3 \text{ Vrms}$	Portable and mobile communications equipment should be separated from the Terason Ultrasound System by no less than the distances calculated/listed below $d = \left[\frac{3.5}{V_1} \right] \sqrt{P}$ $d = \left[\frac{3.5}{E_1} \right] \sqrt{P}$ 80 to 800 MHz $d = \left[\frac{7}{E_1} \right] \sqrt{P}$ 800 MHz to 2.5 GHz where P is the max power in watts and d is the recommended separation distance in meters. Field strengths from fixed transmitters, as determined by an electromagnetic site survey, should be less than the compliance levels (V_1 and E_1). Interference may occur in the vicinity of equipment containing a transmitter.
Radiated RF IEC 61000-4-3	3 V/m 80 MHz to 2.5 GHz	$[E_1] = 3 \text{ V/m}$	

Recommended Separation Distances Between Portable and Mobile RF Communications Equipment and the Terason Ultrasound System and Systems that Are Not Life-Supporting

Rated Maximum Output Power of Transmitter Watts (W)	Separation Distance According to Frequency of Transmitter Meters (m)		
	IEC 61000-4-6	IEC 61000-4-3	
	150 kHz to 80 MHz	80 MHz to 800 MHz	800 MHz to 2.5 GHz
	$1.1667 \sqrt{P}$	$1.1667 \sqrt{P}$	$2.3333 \sqrt{P}$
0.01	0.12 m	0.17 m	0.24 m
0.1	0.53 m	0.53 m	0.74 m
1	1.17 m	1.67 m	2.34 m
10	5.28 m	5.28 m	7.38 m
100	16.70 m	16.70 m	23.34 m

For transmitters rated at a maximum output power not listed above, the recommended separation distance d in meters (m) can be estimated using the equation applicable to the frequency of the transmitter, where P is the maximum output power rate of the transmitter in watts (W) according to the transmitter manufacturer.

ANEXO N Información sobre EMC del generador de rayos X modelo VZW2554 que utilizan los equipos de rayos X BV-29 Philips

1.1.5 Applicable Standards

This series of X-ray generators complies with some or all of the following regulatory and design standards as indicated in the table below.

REGULATORY STANDARD	VZW2551 / 2552 SERIES		VZW2554 SERIES		
	30 kW	37.5 kW	30 kW	37.5 kW	50 kW
1) UL187.	√	√			
2) FDA Center for Devices & Radiological Health (CDRH) - 21 CFR subchapter J (USA).	√	√	√	√	√
3) Radiation Emitting Devices Act - C34 (Canada).	√	√	√	√	√
4) Medical Devices Regulations (Canada).			√	√	√
5) EC Directive 93/42/EEC concerning Medical Devices (European Community).			√	√	√
6) EN 60601-1/IEC 60601-1, EN 60601-2-7/IEC 60601-2-7, CSA 601.1, UL2601.1.			√	√	√
7) EN 60601-1-2:2001/IEC 60601-1-2:2001.			√	√	√
8) EN 60601-1-4/IEC 60601-1-4, EN ISO 14971.	√	√	√	√	√

A) SAFETY

- UL187.
- FDA Center for Devices & Radiological Health (CDRH) - 21 CFR title 21 subchapter J (USA).
- Radiation Emitting Devices Act - C34 (Canada).
- Medical Device Regulations (Canada).
- EC Directive 93/42/EEC concerning Medical Devices (European Community).
- EN 60601-1/IEC 60601-1, EN60601-2-7/IEC 60601-2-7, CSA 601.1, UL2601.1
 - Type of protection against electric shock: Class I equipment.
 - Degree of protection against electric shock: Not classified.
 - Degree of protection against harmful ingress of water: Ordinary equipment.
 - Mode of operation: Continuous operation with intermittent loading (standby - exposure).
 - Equipment not suitable for use in presence of a flammable anesthetic mixture with air or with oxygen or nitrous oxide.
- EN 60601-1-4/IEC 60601-1-4, EN ISO 14971.

NOTE: All referenced standards are considered to be at the latest revision.

B) EMC (EN 60601-1-2:2001/IEC 60601-1-2:2001)

Guidance and manufacturer's declaration – electromagnetic emissions		
The VZW2554 series of X-ray generators is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the VZW2554 series should assure that it is used in such an environment.		
Emissions test	Compliance	Electromagnetic environment - guidance
RF emissions CISPR 11	Group 1	The VZW2554 series of X-ray generators use RF energy only for their internal functions. Therefore, the RF emissions are very low and are not likely to cause any interference in nearby electronic equipment.
RF emissions CISPR 11	Class A (The VZW2554 series of X-ray generators in combination with shielded location)	The VZW2554 series of X-ray generators must be used only in a shielded location with a minimum RF shielding effectiveness and, for each cable that exits the shielded location, a minimum RF filter attenuation of 40dB from 30 MHz to 230 MHz and 47dB from 230 MHz to 1 GHz. (The minimum at 30 MHz is 40dB and the minimum at 230 MHz is 47dB).
Harmonic emissions IEC 61000-3-2	Not Applicable	The VZW2554 series is suitable for use in all establishments other than domestic and those directly connected to the public low-voltage power supply network that supplies buildings used for domestic purposes.
Voltage fluctuations/ flicker emissions IEC 61000-3-3	Not Applicable	
NOTE It is essential that the actual shielding effectiveness and filter attenuation of the shielded location be verified to assure that they meet the minimum specifications.		

Guidance and manufacturer's declaration – electromagnetic immunity			
The VZW2554 series of X-ray generators is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the VZW2554 series should assure that it is used in such an environment.			
Immunity test	IEC 60601 test level	Compliance level	Electromagnetic environment – guidance
Electrostatic discharge (ESD) IEC 61000-4-2	± 6 kV contact ± 8 kV air	± 6 kV contact ± 8 kV air	Floors should be wood, concrete or ceramic tile. If floors are covered with synthetic material, the relative humidity should be at least 30%.
Electrical fast transient/burst IEC 61000-4-4	± 2 kV for power supply lines ± 1 kV for input/output lines	± 2 kV for power supply lines ± 1 kV for input/output lines	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.
Surge IEC 61000-4-5	± 1 kV differential mode ± 2 kV common mode	± 1 kV differential mode ± 2 kV common mode	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment.
Voltage dips, short interruption, and voltage variations on power supply input lines IEC 60601-4-11	< 5 % U_T (> 95 % dip in U_T) for 0.5 cycle 40 % U_T (60 % dip in U_T) for 5 cycles 70 % U_T (30 % dip in U_T) < 5 % U_T (> 95 % dip in U_T) for 5 s	< 5 % U_T (> 95 % dip in U_T) for 0.5 cycle 40 % U_T (60 % dip in U_T) for 5 cycles 70 % U_T (30 % dip in U_T) < 5 % U_T (> 95 % dip in U_T) for 5 s	Mains power quality should be that of a typical commercial or hospital environment. If the user of the VZW2554 series X-ray generator requires continued operation during power mains interruptions, it is recommended that the X-ray generator be powered from an uninterruptible power supply or battery.
Power frequency (50/60 Hz) IEC 61000-4-8	3 A/m	3 A/m	Power frequency magnetic fields should be at levels characteristic of a typical location in a typical commercial or hospital environment
NOTE: U_T is the A.C. mains voltage prior to application of the test level.			

Guidance and manufacturer's declaration – electromagnetic immunity			
The VZW2554 series of X-ray generators is intended for use in the electromagnetic environment specified below. The customer or the user of the VZW2554 series should assure that it is used in such an environment.			
Immunity test	IEC 60601 test level	Compliance level	Electromagnetic environment - guidance
Conducted RF IEC 61000-4-6	3 V _{rms} 150 kHz to 80MHz	3 V _{rms} 150 kHz to 80MHz	<p>The VZW2554 series of X-ray generators must be used only in a shielded location with a minimum RF shielding effectiveness and, for each cable that enters the shielded location, a minimum RF filter attenuation of 40dB from 30 MHz to 230 MHz and 47dB from 230 MHz to 1 GHz. (The minimum at 30 MHz is 40dB and the minimum at 230 MHz is 47dB.)</p> <p>Field strengths outside the shielded location from fixed RF transmitters, as determined by an electromagnetic site survey, should be less than 3 V/m.^a</p> <p>Interference may occur in the vicinity of equipment marked with the following symbol:</p> 
Radiated RF IEC 61000-4-3	3 V/m 80MHz to 2.5 GHz	3 V/m 80MHz to 2.5 GHz	
NOTE 1 These guidelines may not apply all situations. Electromagnetic propagation is affected by absorption and reflection from structures, objects and people.			
NOTE 2 It is essential that the actual shielding effectiveness and filter attenuation of the shielded location be verified to assure that they meet the minimum specification.			
^a Field strengths from fixed transmitters, such as base stations for radio (cellular/cordless) telephones and land mobile radios, amateur radio, AM and FM radio broadcast and TV broadcast cannot be predicted theoretically with accuracy. To assess the electromagnetic environment due to fixed RF transmitters, an electromagnetic site survey should be considered. If the measured field strength in the location in which the VZW2554 series of X-ray generators is used exceeds the applicable RF compliance level above, the X-ray generator should be observed to verify normal operation. If abnormal performance is observed, additional measures may be necessary, such as re-orienting or relocating the X-ray generator.			

ANEXO O Configuración switchs

Para la configuración de los switches PoE se debe realizar mediante el ingreso de los mismos por vía WEB. Ya en esta pantalla nos dirigiremos al menú principal ubicado a la izquierda a la opción **Port > Administration** como se observa en la Figura A-1.

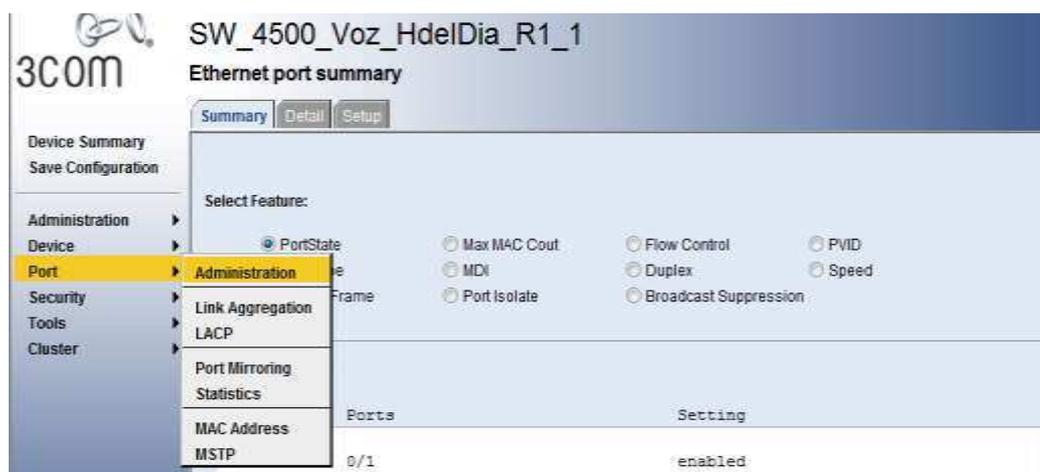


Figura A-1 Ingreso al menú de configuración vía web de los puertos troncales en un switch 3COM

Una vez ingresado al menú de configuración de puertos se puede observar en la parte superior 3 pestañas de las cuales se seleccionará **Setup** con lo cual se nos despliega las opciones de modificación de puertos así como un diagrama de los puertos del equipo en la parte inferior como se muestra en la Figura A-2.

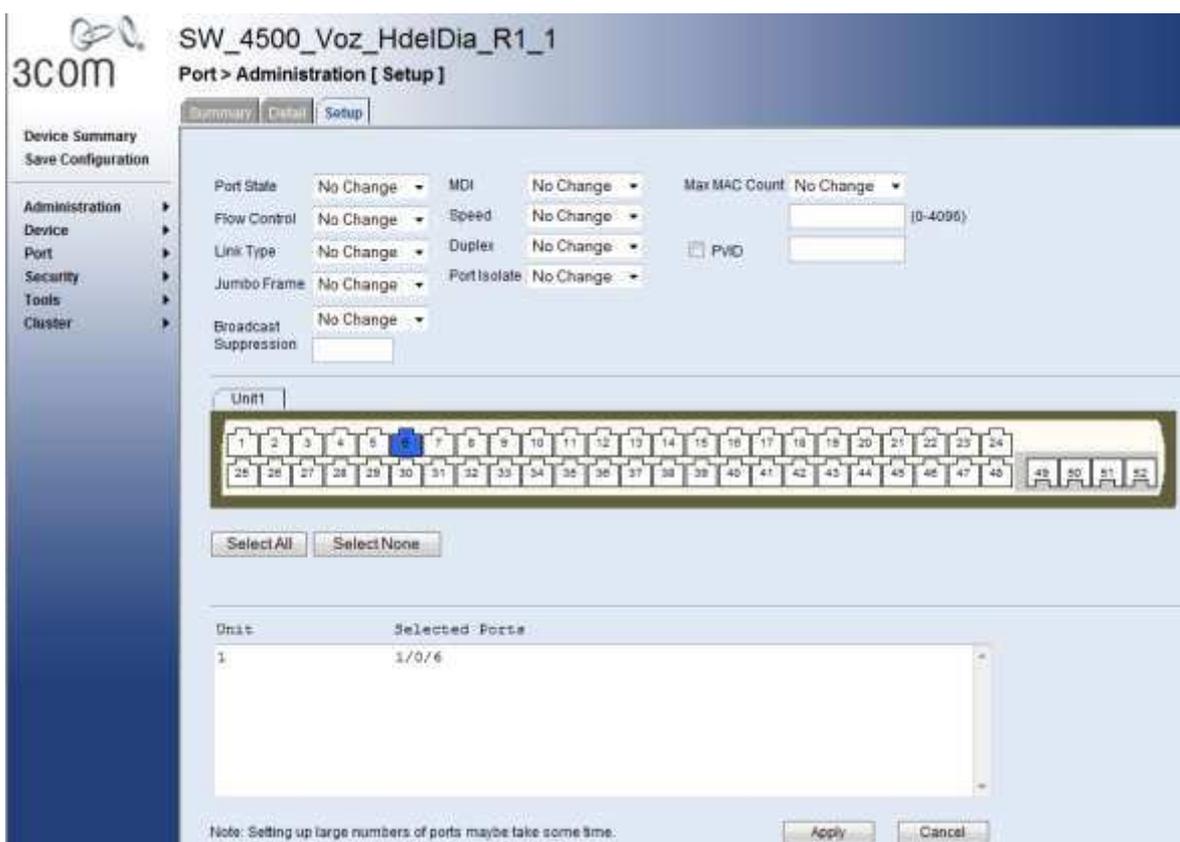


Figura A-2 Pantalla de modificación de los puertos de un switch 3COM

Para poder modificar la configuración de un puerto cualquiera como primer paso se debe de seleccionar en el diagrama de puertos ubicado en la parte de abajo mediante un click hasta que cambie a color azul. Si se desea modificar el tipo de enlace se selecciona en la parte de arriba la opción **Link Type** y en esta pestaña la opción **Trunk** como se indica en la Figura gura A-3 y por último se realiza un click en el boton **Apply**.

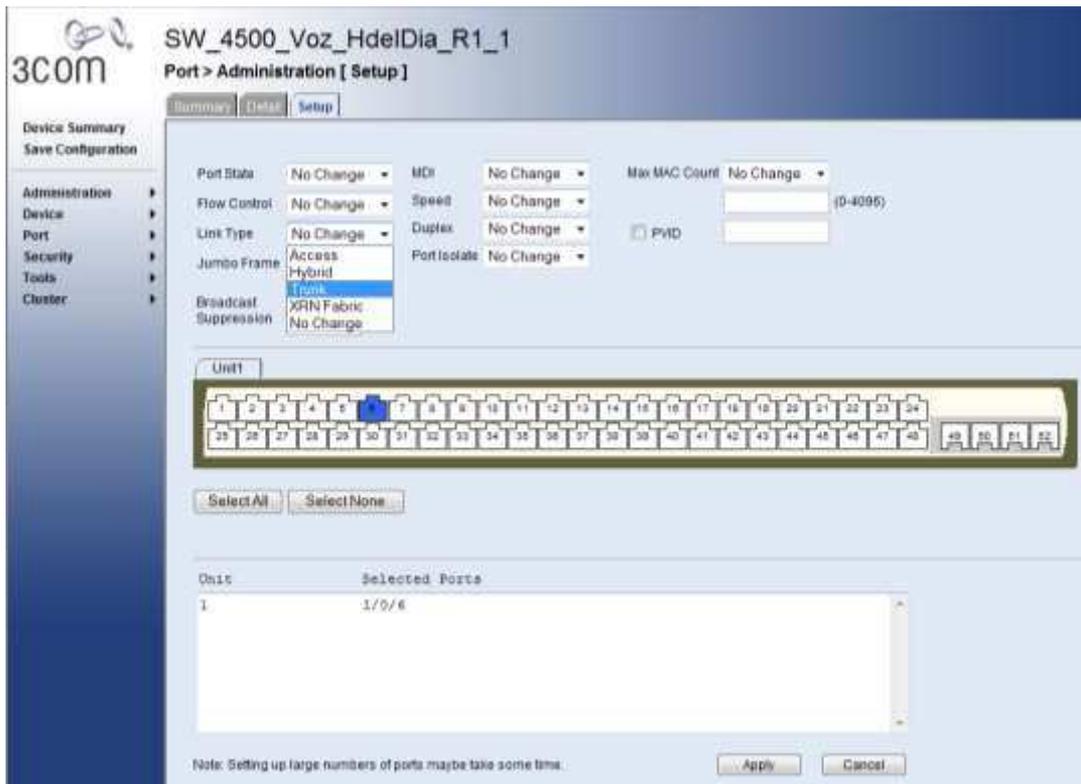


Figura A-3 Pantalla para la selección del tipo de enlace en un switch 3COM

Una vez que el puerto ha sido habilitado como un enlace troncal al puerto, el siguiente paso es asignarle las VLANs que transitarán por este puerto. Para eso se selecciona en el menú principal de la parte izquierda la opción **Device > VLAN** como se observa en la Figura A-4.

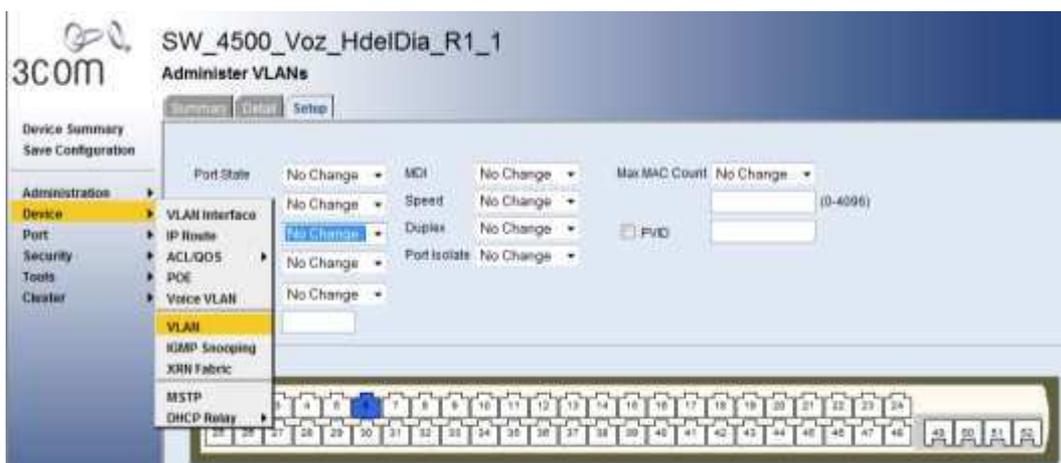


Figura A-4 Como ingresar al menú de agregar VLAN a puerto en switch 3COM

Como último paso en la pantalla de configuración que se despliega se selecciona el puerto en el diagrama de puertos del switch ubicado en la parte superior hasta que se ponga Azul, luego en la opción **Select membership type:** se selecciona **Tagged** para indicar que se añadirán las VLANs al puerto y en la opción **Select the VLANs to apply this change to:** se escribe las VLANs que serán transportadas por este enlace; estas configuraciones a realizar se pueden observar en la Figura A-5. Por último se da click en el botón Apply ubicado en la parte inferior para guardar los cambios.

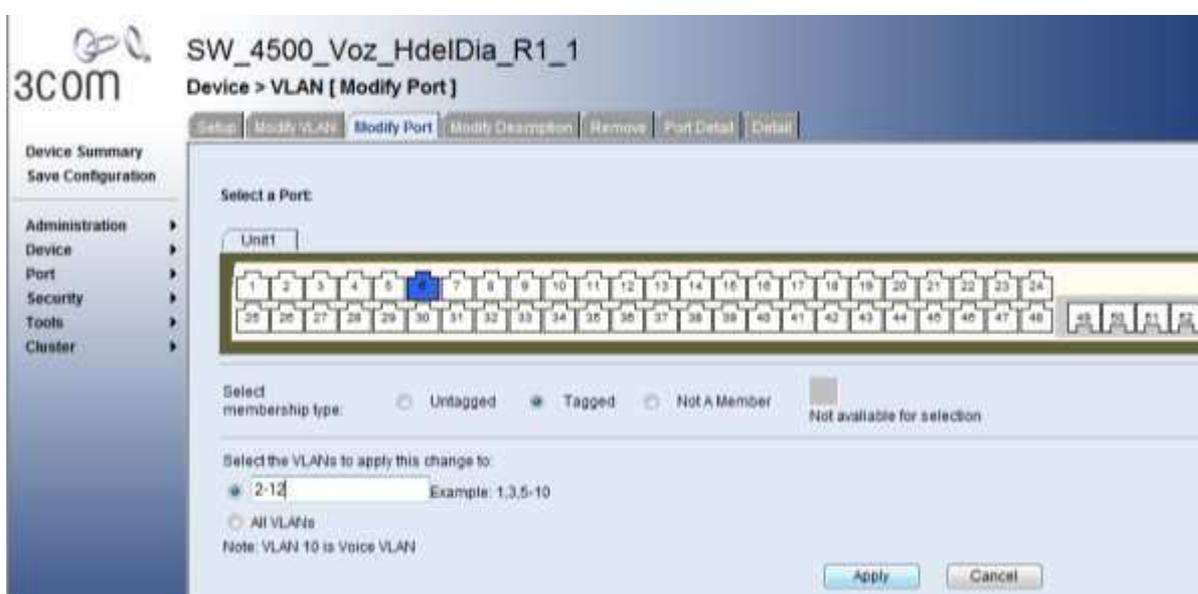


Figura A-5 Asignación de VLANs a puertos en switch 3COM