



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

Y REDES DE COMUNICACIÓN

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

TEMA

**“RED CONVERGENTE DE DATOS, VOZ Y VIDEO VIGILANCIA BAJO EL
PROTOCOLO IP PARA EL HOSPITAL IESS – IBARRA ADMINISTRADO CON
SOFTWARE LIBRE”**

AUTOR: RONNY DARÍO AGUILAR GARZÓN

DIRECTOR: MSC. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA

IBARRA- ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100277988-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Aguilar Garzón Ronny Darío		
DIRECCIÓN:	Ibarra – Calle los Galeanos S/N y Las Gardenias		
EMAIL:	rdaguilarg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	No	TELÉFONO MÓVIL:	0984050701

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	RED CONVERGENTE DE DATOS, VOZ Y VIDEO VIGILANCIA BAJO EL PROTOCOLO IP PARA EL HOSPITAL IESS - IBARRA ADMINISTRADO CON SOFTWARE LIBRE
AUTOR (ES):	Ronny Darío Aguilar Garzón
FECHA: DD/MM/AAAA	03/01/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Alberto Vásquez Ayala, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los ~~03~~ días del mes de enero de 2022

EL AUTOR:
(Firma).....

Nombre: Ronny Darío Aguilar Garzón

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

MAGISTER CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de Titulación “RED CONVERGENTE DE DATOS, VOZ Y VIDEO VIGILANCIA BAJO EL PROTOCOLO IP PARA EL HOSPITAL IESS - IBARRA ADMINISTRADO CON SOFTWARE LIBRE”. Ha sido desarrollado por la Señor Ronny Darío Aguilar Garzón, bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor de la verdad.

CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA
Firmado digitalmente por
CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ
AYALA
Fecha: 2022.01.03 15:45:46
-05'00'

Ing. Carlos Alberto Vásquez Ayala, MSc.

cavasquez@utn.edu.ec

DIRECTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico con todo mi amor a mi abuelita Gloria la cual supo ser mi segunda madre y supo guiarme con buena luz, a mi madre Zoila por siempre estar pendiente y ser mi fortaleza y mi razón de ser.

A mi hermana Johanna y a mis sobrinos Matheo y Nicolas, gracias por siempre sacarme una sonrisa. A mi tío Marcial por ser como un padre y mi mejor referente de vida. A toda mi familia por ser y estar, son lo mejor que tengo en esta vida.

A mis amigos y en especial a Luis H. Castro, que aun que se adelantó en esta vida dejo una huella en todos nosotros. A Diana por ser mi apoyo durante todo este camino.

Y a la música, por ser mi motor en esta vida.

Ronny Darío Aguilar Garzón

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTOS

Gratitud infinita al creador de este Universo y al mismo que con su luz nos guía en este camino.

A mi abuelita que desde el cielo ha sabido guiarme en este camino y a mi madre que junto a mí ha batallado por seguir siempre hacia adelante.

A mi familia y amigos que con su apoyo hacen de este camino de vida una experiencia diaria.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas por brindarnos su conocimiento tanto en lo académico como experiencias de vida, en especial al Msc. Carlos Vásquez por nunca dejarme caer y confiar en mí y al Msc. Jaime Michilena por su apoyo y su apertura a cualquier consulta. Gracias.

Al Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Ibarra Regional 8 por brindarme su confianza y amistad para poder desarrollar este trabajo.

Ronny Darío Aguilar Garzón.

INDICE

CERTIFICACIÓN	XII
DEDICATORIA	XIII
AGRADECIMIENTOS	XIV
INDICE	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XXIV
ÍNDICE DE ECUACIONES	XXVI
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. CAPITULO I	3
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.1 Problema	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Alcance	4
1.4 Justificación	5
2. CAPÍTULO II	7
ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ESTÁNDARES.....	7
2.1 Introducción.....	7
2.2 Señales lógicas y digitales	8
2.3 Dificultades en la transmisión.....	8
2.3.1 Atenuación.....	8
2.3.2 Distorsión de retardo	9
2.3.3 Ruido	9
2.4 Medios de transmisión.....	9

2.4.1 Medios guiados.....	9
2.4.2 Medios no guiados.....	14
2.5. Normas a utilizar para cableado estructurado	15
2.6 Componentes de cableado estructurado.....	25
2.7 VoIP	31
2.8 Códecs de audio	34
2.9 Dimensionamiento	35
2.10 Soluciones de software libre para VoIP.	43
2.11 Servidor asterisk	49
2.12 Video vigilancia IP	53
2.13 Calidad de servicio (QoS).....	55
3 CAPITULO III	60
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	60
3.1 Hospital De Ibarra Nivel II Del Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social Regional.....	60
3.1.1 Misión.....	61
3.1.2 Visión.....	61
3.1.3 Instalaciones de la institución.....	61
3.1.4 Áreas de Trabajo.....	61
3.3 Estado actual de la red de datos.....	65
3.1.4.1 Puntos de Red.....	68
3.1.4.2 Cuartos de telecomunicaciones, cuarto de equipos y acometida	69

3.1.4.3	Distribución de Equipos	70
3.1.4.4	<i>Estado actual de la red activa</i>	72
•	<i>Topología actual de la red y Equipos de Conmutación</i>	72
•	<i>Servidores</i>	73
•	<i>Routers</i>	73
•	<i>Switch</i>	74
3.1.4.5	<i>Estaciones de trabajo</i>	74
3.1.4.6	<i>Topología lógica</i>	75
3.1.4.7	<i>Estadísticas de tráfico de red</i>	76
3.1.4.8	<i>Análisis de requerimientos de puertos de red y velocidad de transmisión</i> 77	
3.1.5	Infraestructura actual del sistema telefónico	81
3.1.5.1	<i>Infraestructura actual del sistema telefónico</i>	81
3.1.5.2	<i>Acometida telefónica</i>	81
3.1.5.3	<i>Central</i>	82
3.1.5.4	<i>Armario de telecomunicaciones</i>	82
3.1.5.5	<i>Equipos terminales</i>	83
3.1.5.6	<i>Distribución de líneas telefónicas</i>	83
3.1.5.7	<i>Análisis de tráfico de telefonía actual</i>	85
3.1.6	Sistema de vigilancia actual	87
3.1.6.1	<i>Áreas externas</i>	87

•	<i>Entrada y parqueadero principal</i>	88
•	<i>Parqueadero secundario</i>	89
•	<i>Entrada y salida área de emergencia</i>	90
•	<i>Cuarto de máquinas, bodega y morgue</i>	91
•	<i>Localización de garitas del hospital</i>	92
3.1.6.2	<i>Áreas internas</i>	92
•	<i>Área de farmacia</i>	94
•	<i>Consulta externa</i>	94
•	<i>Pediatría</i>	95
•	<i>Laboratorio y rayos x</i>	96
•	<i>Bodega, dietas y lavanderías</i>	96
4	CAPÍTULO IV	97
	Diseño de la red convergente para datos, VoIP y videovigilancia	97
4.1	Diseño del cableado estructurado	97
4.1.2	ANSI/TIA/EIA - 568C	97
4.1.3	ANSI/TIA/EIA – 569A	97
4.1.4	ANSI/TIA/EIA – 606	97
4.1.1	Selección del medio de transmisión	98
4.1.1.1	<i>Total, de Salidas de Telecomunicaciones</i>	99
4.2	Rediseño de la red activa del hospital de Ibarra – IESS	101
4.2.1	Segmentación de la red mediante VLAN	101
4.2.2	Direccionamiento IP	102

4.2.3	Características adicionales para la red activa	103
4.2.3.1	<i>Calidad de Servicio</i>	103
4.2.4	Capa core de red	105
4.2.5	Capa de distribución	105
4.2.6	Capa de acceso.....	106
4.3	Rediseño de la red telefónica	106
4.3.1	Requerimientos actuales de la red telefónica	107
4.3.2	Demanda telefónica	110
4.3.3	Selección del protocolo de señalización.....	112
4.3.4	Selección del códec	112
4.3.5	Selección del software para la pbx	116
4.3.6	Dimensionamiento del servidor de telefonía.....	116
4.3.7	Tarjeta de conexión hacia la PSTN	118
4.3.8	Funciones previstas para la PBX en base a los requerimientos.....	119
4.3.8.1	<i>Menú de Inicio</i>	119
4.3.8.2	<i>Perfiles de Mercado</i>	120
4.3.9	Softphones	121
4.3.9.1	<i>X-lite</i>	122
4.3.9.2	<i>Linphone</i>	122
4.4	Sistema de videovigilancia IP	123
4.4.1	Total de cámaras para el hospital	123
4.4.2	Estimación de consumo de capacidad de canal	124

4.4.3	Cálculo de capacidad de canal para video	126
4.5	QoS	128
4.5.1	Priorización.....	129
4.5.2	Marcaje	130
4.5.3	Teorías de colas	131
5	CAPITULO V	134
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
5.1	CONCLUSIONES	134
5.2	RECOMENDACIONES.....	136
	REFERENCIAS.....	137
	ANEXO A.....	142
	ANEXO B.....	145
	ANEXO C.....	147
	ANEXO D.....	151
	ANEXO E	152
	ANEXO F	155

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de bloques simplificado de un sistema de comunicaciones en una sola dirección.</i>	7
<i>Figura 2. Señal analógica y señal digital</i>	8
<i>Figura 3. Cable UTP</i>	10
<i>Figura 4. Diferentes tipos de categorías de cables UTP</i>	10
<i>Figura 5. Estructura Fibra Óptica</i>	12
<i>Figura 6. Funcionamiento Interno Fibra Monomodo</i>	13
<i>Figura 7. Funcionamiento Fibra Multimodo</i>	13
<i>Figura 8. Funcionamiento Fibra Multimodo Índice Gradual</i>	14
<i>Figura 9. Distancia Cableado Horizontal</i>	29
<i>Figura 10 Trama RTP</i>	37
<i>Figura 11 Trama RTPC</i>	38
<i>Figura 12. Representación Gráfica del Tráfico</i>	40
<i>Figura 13 Modelo Gráfico de Erlang B</i>	42
<i>Figura 14. Comunicación IAX</i>	53
<i>Figura 15. Cabecera IPv4</i>	57
<i>Figura 16. Bloque 1 del Hospital de Ibarra - IESS</i>	62
<i>Figura 17. Primer piso – bloque 2 del Hospital de Ibarra - IESS</i>	63
<i>Figura 18. Bloque 3 Hospital de Ibarra – IESS</i>	64
<i>Figura 19. Recorridos del cableado horizontal</i>	67

<i>Figura 20. Recorridos del cableado vertical</i>	<i>67</i>
<i>Figura 21. Estado Actual del departamento de informática.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 22. Distribución informativa de Equipos del Hospital de Ibarra – IESS.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 23. Rack ED1 – Rack Principal Ubicado en el cuarto de Telecomunicaciones</i>	<i>70</i>
<i>Figura 24. Rack ED2 – Ubicación en el área de Rayos X.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 25. Rack ED3 – Ubicación Estadística</i>	<i>71</i>
<i>Figura 26. Rack ED4 – Ubicación Estadística</i>	<i>72</i>
<i>Figura 27. Topología Física de dispositivos de red del Hospital de Ibarra - IESS</i>	<i>72</i>
<i>Figura 28. Puntos de red y patch crod sin etiquetado</i>	<i>75</i>
<i>Figura 29. Captura de paquetes con software Wireshark</i>	<i>77</i>
<i>Figura 30. Central telefónica del Hospital de Ibarra - IESS.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 31. Armario de telecomunicaciones Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>82</i>
<i>Figura 32. Vista aérea del Área total del Hospital de Ibarra – IESS.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 33. Entrada Principal del Hospital de Ibarra – IESS.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 34. Parqueadero Principal del Hospital de Ibarra – IESS.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 35. Parqueadero secundario del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>90</i>
<i>Figura 36. Entrada y salida área de emergencia.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 37. Cuarto de máquinas</i>	<i>91</i>
<i>Figura 38. Entrada a Morgue, bodega y lavandería</i>	<i>91</i>

<i>Figura 39. Garitas del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>92</i>
<i>Figura 40. Área de farmacia del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>94</i>
<i>Figura 41. Consulta externa del Hospital de Ibarra – IESS.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 42. Área de Pediatría del Hospital de Ibarra – IESS.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 43. Medicina Interna del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>95</i>
<i>Figura 44. Área de Laboratorio y Rayos X del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>96</i>
<i>Figura 45. Área de Bodegas, Dietas y Lavandería del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>96</i>
<i>Figura 46. Diagrama Red LAN Hospital</i>	<i>101</i>
<i>Figura 47. Bits de prioridad de usuario de acuerdo a 802.1p.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 48. Diagrama Capa Core de Red.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 49. Diagrama Capa de Distribución.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 50. Diagrama Capa de Acceso.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 51. Cálculo del número de troncales necesarias para el nuevo diseño</i>	<i>111</i>
<i>Figura 52. Esquema de conexión de la central telefónica a la PSTN.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 53. Diagrama de flujo del menú de inicio</i>	<i>120</i>
<i>Figura 54. Diagrama de flujo para los perfiles de marcado</i>	<i>121</i>
<i>Figura 55. Procedimiento para implementar calidad de servicio</i>	<i>128</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. División del espectro radioeléctrico en bandas de radio con sus respectivas frecuencias y longitudes de onda.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Subsistemas de soporte de un Data Center según estándar TIA-942</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3. Campos de Etiquetación y Nomenclatura.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4. Código de Colores ANSI/TIA/EIA 606.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5 Distancias Óptimas Cableado Vertical.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6. Características, ventajas y desventajas de Software de VoIP.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 7. Campos de tipo de servicio ToS</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 8. Área de trabajo y dependencias de planta baja – bloque 1.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 9. Área de trabajo y dependencias del Primer piso – bloque 2 del Hospital de Ibarra - IESS.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 10 Área de trabajo y dependencias del segundo al séptimo piso - bloque 3 del Hospital de Ibarra – IESS.</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 11. Distribución de puntos de red del Hospital de Ibarra – IESS</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 12. Equipos del Cuarto de Telecomunicaciones</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 13. Servidores del Hospital de Ibarra - IESS.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 14. Distribución de los switch del hospital de Ibarra - IESS.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 15. Características de los Equipos de las Estaciones de Trabajo</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 16. Estaciones de trabajo que necesitan conexión a internet por departamentos.</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 17. Líneas telefónicas del Hospital de Ibarra - IESS.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 18 Extensiones telefónicas del Hospital de Ibarra - IESS</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 19. Número de escoltas de seguridad por áreas del hospital de Ibarra – IESS. .</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 20. Total, de salidas de telecomunicaciones</i>	<i>99</i>

<i>Tabla 21. Número de puntos dobles y simples por área de trabajo.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 22 Detalle de la segmentación en VLAN.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 23. Direccionamiento IP para la red del hospital</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 24. Situación actual y proyección de Switch en la capa Acceso.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 25. Dimensionamiento de extensiones necesarias para el hospital.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 26 Requerimientos de hardware mínimos para Linux CentOS 6.5.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 27. Asignación de espacio de disco duro para el servidor Asterisk</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 28. Número total de cámaras para el hospital.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 29 Niveles de compresión para códecs de video.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 30. Tráfico en Mbps generado por una cámara IP para distintos formatos de video.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 31. Capacidad de canal total estimada por tráfico de videovigilancia</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 32. Tipos de Tráficos - Priorización</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 33. Tramas y números de puertos de los tráfico.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 34. Tipo de marcajes</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 35. Tipo de encolamiento</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 36. Criterios de consumo de ancho de banda (AB) de la red con sus diferentes elementos.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 37. Presupuesto referencial.....</i>	<i>133</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Ancho de banda eficiente en una comunicación telefónica.....</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación 2. Equivalencia de 1 Erlang</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 3. Cálculo tráfico de llamadas x Erlang</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 4. Grado de servicio</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 5. Ecuación de Erlang B.....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 6. Cálculo throughput.....</i>	<i>79</i>
<i>Ecuación 7. Cálculo throughput total</i>	<i>80</i>
<i>Ecuación 8. Cálculo throughput por usuario.....</i>	<i>80</i>
<i>Ecuación 9. Throughput total.....</i>	<i>80</i>
<i>Ecuación 10. Throughput de ISP.....</i>	<i>80</i>
<i>Ecuación 11. Tráfico de llamadas en una hora.....</i>	<i>86</i>
<i>Ecuación 12. Ocupación del canal.....</i>	<i>86</i>
<i>Ecuación 13. Tráfico de llamadas en una hora.....</i>	<i>86</i>
<i>Ecuación 14. Cálculo de la velocidad de transmisión del códec G 711</i>	<i>113</i>
<i>Ecuación 15. Velocidad de transmisión total.....</i>	<i>114</i>
<i>Ecuación 16. Cálculo estimación de consumo de capacidad de canal.....</i>	<i>125</i>

RESUMEN

El Hospital de Ibarra Nivel II del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8., es un edificio que empezó a brindar sus servicios de forma progresiva a la ciudadanía y de igual manera fue expandiendo sus servicios médicos y de personal conforme la necesidad les iba obligando a cubrir estos servicios.

Con el pasar del tiempo la infraestructura del hospital como oficinas y consultorios fueron utilizadas en su totalidad hasta llegar a saturarse, precisando al hospital a crear nuevas dependencias en diferentes espacios del hospital. Todo esto hace que la infraestructura de cableado y comunicación telefónica se haya desarrollado de una manera deficiente e improvisada.

El presente proyecto entrega un diseño de una red convergente el cual soporte datos, voz y video vigilancia bajo software libre a la red del Hospital de Ibarra Nivel II del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8., mejorando así la infraestructura de datos y comunicación actual, además de brindar nuevos servicios como el de video vigilancia, los cuales ayuden a un mejor desenvolvimiento del personal médico y administrativo del hospital, así como de sus usuarios.

Este diseño ayudará a tener un cableado estructurado actualizado, etiquetado y monitoreado con lo cual se puede responder de una manera más eficaz al momento de algún daño detectado en la red, además la comunicación entre consultorios, oficinas y diferentes dependencias serán más fluidas y se podrá tener un mayor control sobre la seguridad tanto de las instalaciones como del personal médico, administrativo y usuarios.

ABSTRACT

This project is aimed to deliver a convergent design that supports data, video surveillance and audio under free software to the Ibarra hospital network, helping to improve the data infrastructure as well as internal communication, in addition to providing new services such as video surveillance, which helps to better the development of the medical and administrative staff of the hospital as well as its users.

This document is divided into 5 chapters starting with the justification of why this research was conducted, then a description of standards that should have a structured wiring, in addition to showing several features of the free software such as asterisk which will be the main basis for the implementation of the IP telephony center.

Then the current situation of the Ibarra hospital data network of will be developed as well as the dimensioning that is needed for the optimal functioning of the convergent network, as well as the current situation of the telephone network and also the configuration of the VoIP central with asterisk free software, in addition to the implementation of video surveillance. Finally, a referential budget that would be obtained at the time of implementation is described, finally exposing the conclusions and recommendations obtained during the realization of this project.

1. CAPITULO I

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 Problema

El Hospital de Ibarra IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social), empezó su atención hace aproximadamente 26 años. En sus inicios el Hospital de Ibarra IESS una atención limitada, con la utilización de la planta baja para consulta externa, en el primer piso se ubicaba el área administrativa y en el tercer piso era el área de hospitalización.

Teniendo en cuenta que la ocupación de las diferentes áreas y niveles del Hospital de Ibarra IESS fue paulatina, pues de esta misma manera empezó a crecer su red de datos. Al inicio sus datos eran solo para el personal administrativo, pero con el pasar de los años, el desarrollo cada vez más avanzado de la tecnología y el ingreso masivo del internet su red fue creciendo.

En la actualidad, Hospital de Ibarra - IESS trabaja en toda su capacidad, trayendo como consecuencia de esto el aumento de personal médico y administrativo lo cual lleva a la creación de nuevas oficinas y áreas de trabajo para lo cual su red no estaba diseñada, haciendo que existan puntos de red improvisados los cuales no cumplen ninguna norma técnica dificultando una buena transmisión y aprovechamiento de los datos.

Por lo expuesto anteriormente también se vio afectada su comunicación de voz, ya que la su central actual de comunicación se encuentra saturada haciendo muy difícil tener una comunicación tanto desde el interior como desde el exterior.

Además, al tener un área total de terreno 44218m² y un área de construcción de 13100m² dificulta la vigilancia del Hospital de Ibarra - IESS sean tanto en las áreas de consulta externa y área administrativa, niveles de hospitalización, área de emergencia y parqueaderos, ya que el escaso número de guardias no abastece para tanto espacio por vigilar.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Diseñar una red convergente de voz, video y datos, basada en el protocolo IP, el cual permitirá mejorar la calidad de comunicación, transmisión de datos y obtener video vigilancia en el Hospital de Ibarra - IESS.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar estándares para la implementación de una red convergente sobre el protocolo IP, además del software libre Asterisk, mediante una investigación aplicada para realizar el diseño propuesto.
- Diseñar un nuevo cableado estructurado mediante el estudio de la infraestructura del hospital el cual permita soportar la red convergente.
- Diseñar una red convergente la cual englobe todas las necesidades de comunicación y video seguridad que el Hospital de Ibarra - IESS requiere.
- Realizar un presupuesto referencial sobre la inversión de este diseño.

1.3 Alcance

El proyecto propuesto consiste en el diseño de una red convergente bajo el protocolo IP para el Hospital de Ibarra IESS para satisfacer las necesidades de comunicación, datos y video vigilancia que esta unidad médica requiere, además de realizar un nuevo diseño del cableado estructurado la cual soporte la red convergente, todo esto basado en software libre.

Para realizar el diseño se tomará en cuenta la situación actual de la red de comunicaciones con la que cuenta el hospital y así determinar el diseño de la red telefónica IP PBX y su dimensionamiento bajo software libre Asterisk, además se realizará una inspección minuciosa la cual determine los puntos conflictivos de seguridad en el hospital y de esta manera poder determinar las áreas a cubrir por las cámaras de video vigilancia.

También se realizará un nuevo diseño de cableado estructurado el cual cumpla con los requerimientos para soportar una red convergente y de esta manera también cubrir los departamentos que actualmente no cuentan con servicio de red de comunicación.

Además, se realizará un presupuesto referencial en el cual el hospital pueda basarse y de esta manera determinar la compra de los equipos a utilizar para su implementación a futuro.

Las actividades se desarrollarán conjuntamente con el departamento de informática del hospital. Todo este estudio y diseño se lo realizará en el Hospital de Ibarra - IESS.

1.4 Justificación

El Hospital de Ibarra - IESS es una entidad que no tiene una comunicación telefónica fiable entre sus diferentes departamentos ni con el exterior, por la vetustez de sus equipos ya que esta dependencia cuenta con una central telefónica Nitsuko 384i PC , con sistema operativo Windows 95 la cual ya no cumple satisfactoriamente con las funciones para el que fue creado, además de tener instalaciones mal realizadas ya que las líneas telefónicas principales no están centralizadas, por lo cual la transmisión de voz sobre el protocolo IP es la tecnología adecuada para satisfacer las necesidades de comunicación que tienen los diferentes departamentos, y de esta manera se ayudará al personal médico, administrativo y de servicio a tener una mejor comunicación.

Además, por la creación y ampliación de departamentos, como son el de bodega, lavandería y mantenimiento, donde no existen puntos de comunicación y por problemas estructurales de la red de datos como de voz, es necesaria la realización de un nuevo cableado estructurado el cual pueda satisfacer estas necesidades.

Por otra parte, ya que el hospital cuenta con un área extensa y el personal de guardiana que actualmente labora en el hospital no es el suficiente y solo cubre ciertas áreas del mismo,

lo que conlleva a dejar algunos sitios de importancia sin vigilancia como son las zonas de bodega, mantenimiento, emergencia, es necesario la implementación de un sistema de video vigilancia bajo el protocolo IP, el cual podrá ser monitoreado desde un centro de vigilancia donde un guardia podrá monitorear los diferentes puntos sin necesidad de moverse y advertirá inmediatamente a sus compañeros de campo sobre cualquier problema que se suscite para que acudan a resolverlo. Así tanto personal de seguridad como directivos tendrán un mayor control de lo que ocurre en el hospital.

2. CAPÍTULO II

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ESTÁNDARES

2.1 Introducción

En el presente capítulo se analizará los diferentes estándares y tecnologías que permitan realizar la convergencia de datos, voz y video vigilancia en una misma red, teniendo en cuenta que, si anteriormente necesitábamos de un equipo especial para datos, otro para voz y otro para video; hoy en día gracias a una convergencia tecnológica podemos tener todos estos servicios en una sola red.

Las redes LAN han ido evolucionando con el pasar del tiempo ofreciendo escalabilidad y flexibilidad al momento de realizar servicios integrados logrando de esta manera poder tener voz, video y datos sobre la misma red sin necesidad de realizar cambios extremos y costosos en nuestra infraestructura, siendo esto de gran beneficio para obtener una comunicación integral.

Una red informática es un conjunto de dispositivos interconectados entre sí de forma (alámbrica o inalámbrica) los cuales comparten información, comunicándose entre sí a través de protocolos de comunicación. Como se detalla en la figura 1, en una red informática existen dos roles bien definidos siendo el de emisor y receptor los cuales se alternan paulatinamente para transferir información siempre mediante un medio de transmisión. (Samboy, 2015)

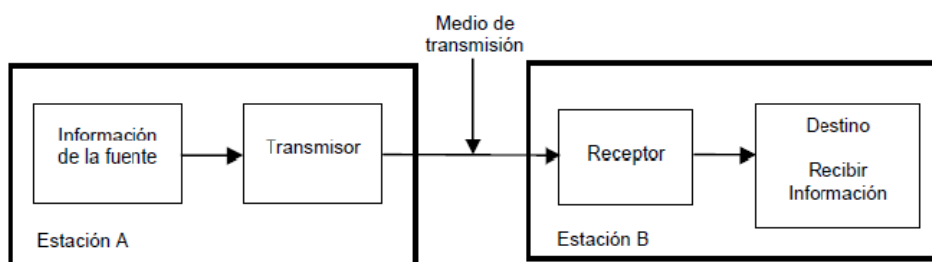


Figura 1. Diagrama de bloques simplificado de un sistema de comunicaciones en una sola dirección.

Fuente: Tomado de (Stalling, 2011)

2.2 Señales lógicas y digitales

La información se puede transmitir de un lugar a otro de diferentes maneras utilizando señales electromagnéticas. Estas señales se dividen en analógicas y digitales. Una señal analógica es una onda electromagnética de tipo senoidal que se va propagando continuamente y puede ser difundida por diferentes medios.

En cambio, una señal digital ya no es una señal senoidal sino una señal cuadrada compuesta por números binarios. Las dos señales se pueden observar en la figura 2.

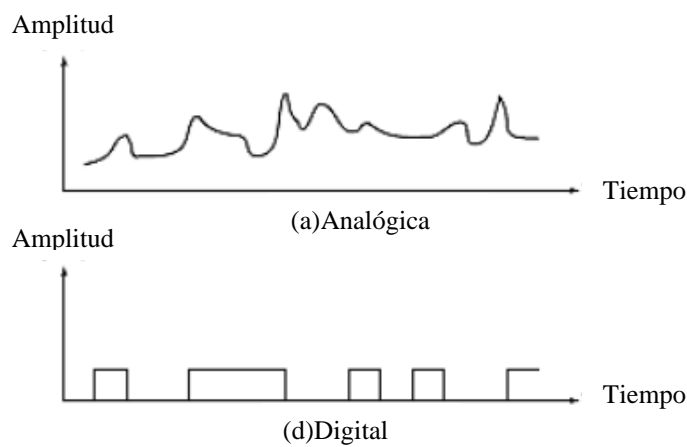


Figura 2. Señal analógica y señal digital
Fuente: Tomado de (Stalling, 2011)

2.3 Dificultades en la transmisión

En una transmisión de un sistema de comunicación siempre la señal final que se recibe diferirá de la señal original, esto se debe principalmente a varias dificultades que suceden en la transmisión como son: la atenuación, ruido y la distorsión de retardo. (<http://exa.unne.edu.ar>, 2015)

2.3.1 Atenuación

La atenuación es la pérdida de energía en base a la distancia que se da en un medio de transmisión. Si la atenuación se da en medios guiados la pérdida de energía se produce de forma exponencial siendo expresada en decibelios por unidad de longitud, mientras que si el

medio de transmisión es por un medio no guiado a la pérdida de energía por distancia se le suma la de factores atmosféricos.

2.3.2 Distorsión de retardo

La distorsión de retardo se da cuando la señal original se deforma ocasionando que lleguen frecuencias antes que otras en el mismo canal.

2.3.3 Ruido

El ruido se produce cuando a una señal conocida se suman señales no deseadas que pueden ser de origen desconocido o de la naturaleza.

2.4 Medios de transmisión

Son los encargados de interconectar físicamente uno o varios dispositivos de una red como computadoras, impresoras, switch o teléfonos móviles. Estos medios pueden ser cable UTP, fibra óptica o el aire en transmisiones inalámbricas. Existen dos formas de transmitir una señal, los cuales pueden ser medios guiados y medios no guiados.

2.4.1 Medios guiados

Son los medios físicos y sólidos que sirven para la transmisión de datos en forma eléctrica u óptica mediante haces de luz. Los medios de transmisión guiados más utilizados al momento de instalar una red son los siguientes.

2.4.1.1. Cable par trenzado

- **Cable UTP**

El cable UTP (Unshielded Twisted Pair - Par trenzado no blindado) Son pares de cables de cobre recubiertos por su respectivo aislante, los cuales están trenzados de forma helicoidal en diferentes longitudes tratando de esta manera evitar el Crosstalk y la interferencia tanto externa como interna del cable. Los cables pares trenzados más comunes para redes de

computadoras son el cable sin blindaje UTP o el par trenzado con blindaje STP (Shielded Twisted Pair - Par Trenzado Apantallado). (SENATI, 2015)

Consta de diferentes pares de cables aislados de colores no apantallados los cuales tiene una impedancia de 100 Ω . Su gran popularidad se debe a su costo que es relativamente bajo con respecto a otros medios de transmisión sumando su flexibilidad que hace de este cable más fácil para su manipulación y su diámetro el cual es conveniente tanto para la instalación en canaletas como en espacios reducidos. (SENATI, 2015). Sus principales características se pueden observar en la figura 3.

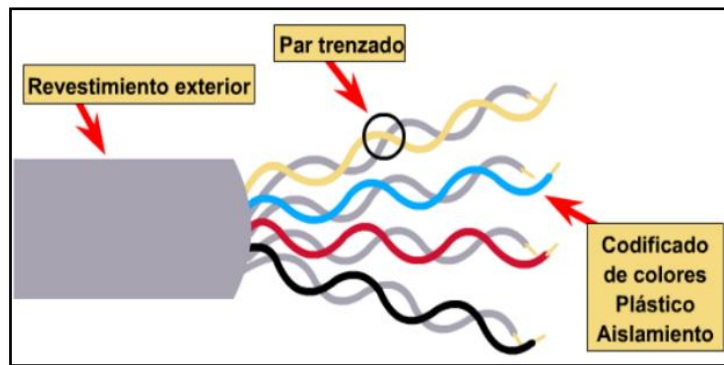


Figura 3. Cable UTP
Fuente: Tomado de (Redes, 2013)

Actualmente para el cable UTP existen diferentes categorías las cuales a su vez tienen diferentes características entre ellos como se observa en la figura 4.

Comparación entre cables de categorías 5, 5e, 6, 6a y 7					
Especificaciones	CAT 5	CAT 5e	CAT 6	CAT 6a	CAT 7 (Propuesto)
Frecuencia	100 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	600 MHz
Atenuación (mín. a 100 MHz)	22 dB	22 dB	19.8 dB	--	20.8 dB
Impedancia característica	100 Ohms = 15%	100 Ohms = 15%	100 Ohms = 15%	--	100 Ohms = 15%
NEXT (mín. a 100 MHz)	32.3 dB	35.3 dB	44.3 dB	27.9 dB	62.1 dB
PS-NEXT (mín. a 100 MHz)	N/A	32.3 dB	42.3 dB	--	59.1 dB
EL-FEXT (mín. a 100 MHz)	N/A	23.8 dB	27.8 dB	9.3 dB	Sin especificar
PS-ELFEXT (mín. a 100 MHz)	N/A	20.8 dB	24.8 dB	--	Sin especificar
PS-ANEXT (mín. a 500 MHz)	--	--	--	49.5 dB	--
PS-AELFEXT (mín. a 500 MHz)	16 dB	20.1 dB	20.1 dB	23.0 dB	14.1 dB
Pérdida de retorno (mín. a 100 MHz)	16 dB	20.1 dB	20.1 dB	8 dB	14.1 dB
Delay Skew (máx. por cada 100 m)	N/A	45 ns	45 ns	--	20 ns
Redes soportadas	100 BASE-T	1000 BASE-T	1000 BASE-TX	10 GBASE	Sin especificar

Figura 4. Diferentes tipos de categorías de cables UTP
Fuente: Tomado de (Telecable, 2015)

- **UTP tipo 5e:** El cable categoría 5e (CAT 5E), es un cable que nos permite trabajar hasta velocidades de 1000 Mbps, además también puede llevar señales de servicio básico de telefonía y su transmisión de frecuencia es de hasta 100 MHz.

- **UTP Tipo 6:** Para realizar una instalación con un cable UTP CAT 6 se debe tener en cuenta que tanto los conectores RJ45 hembra, paneles, latiguillos y el cableado deben cumplir estrictamente con los estándares de CAT 6. Los componentes de CAT 6 son compatibles con categorías inferiores como CAT 5, CAT 5E con lo cual por el mismo motivo el sistema se desempeñará siempre con el sistema de más baja categoría.

- **UTP Tipo 6 a:** Para el trabajo de un cable en categoría 6a (CAT 6a) se requiere que opere a un mínimo de 500 MHz y provea de 10 Gigabits de ancho de banda. Esta categoría también reduce la interferencia en una red 10GBASE-T causada por el AlienCrosstalk con lo cual mejora el rendimiento de la red. Para que esto suceda los pares trenzados deben ser de tipo (S/FTP) o dicho de otra manera deben ser completamente apantallados y blindados garantizando así la eliminación del Alien Crosstalk y mejorando la resistencia al ruido existente en ambientes de alta emisión electromagnética, tal como en subestaciones, centros de datos, fábricas y hospitales.

- **UTP Tipo 7:** La principal diferencia del cable UTP Categoría 7 (CAT 7) con el UTP CAT 6a es la frecuencia mínima de operación, la cual necesita un cable que soporte 600 MHz para proveer un ancho de banda de 10 Gigabits. Es un cable tipo (S/FTP) con lo cual garantiza un buen desempeño en lugares de alta emisión electromagnética como lo vimos anteriormente.

2.4.1.2. Fibra óptica

En fibra óptica lo que se transporta son pulsos modulados de luz a diferencia de los cables de cobre donde sus señales son pulsos eléctricos, haciendo de esto una verdadera ventaja ya

que estas señales al ser luz no pueden ser contaminadas con señales electromagnéticas. Esto lo hace adecuada para la transmisión de mayor cantidad de datos y a velocidades muy altas proporcionando a la vez mayor seguridad ya que al ser pulso de luz estos no pueden ser interferidos en su camino. (Blachere, 2016)

La fibra óptica es una delgada hebra comparable al grosor de un cabello humano que es de 0.1 mm compuesta de vidrio o silicio fundido que conduce la luz la cual se denomina núcleo, este es recubierto por una capa protectora llamada revestimiento la cual es una mezcla de vidrio con varios aditivos entre ellos el plástico obligando de esta forma que los haces de luz se queden dentro del núcleo. (Blachere, 2016). Esta estructura se puede observar en la figura 5.

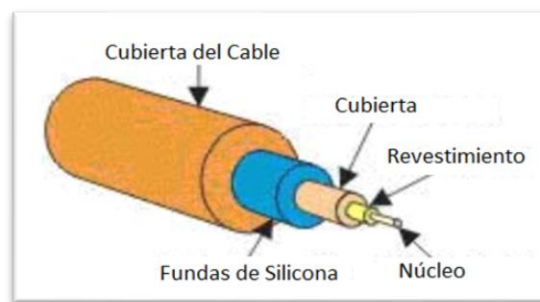


Figura 5. Estructura Fibra Óptica
Fuente: Tomado de (Guido, 2011)

Para tener una comunicación en dos direcciones se necesita de dos pares de hilos recubiertos individualmente, un hilo transmite y otro recibe. Luego seguirá la cubierta que es una capa de plástico seguido de fundas de silicona o también llamados fibras Kevlar las cuales proporcionan solidez, para terminar con un último revestimiento de plástico como su similar par trenzado y coaxial.

Al ser haces de luz lo que se trasmite a través de la fibra óptica lo hace inmune a las señales electromagnéticas logrando así que la señal no se degrade y pueda alcanzar velocidades desde 100 Mbps incrementándose a velocidades de 1Gbps, 10Gbps, 40Gbps y con los últimos avances tecnológicos se ha llegado a obtener velocidades de 73Tbps,

investigación realizada por la Universidad de Southampton de Inglaterra. Existen dos formas de transmitir en fibra óptica llamadas monomodo y multimodo.

Monomodo: Tienen un grosor de 5 a 10 micras y son especialmente utilizadas en la interconexión de troncales o backbone con varias localidades siendo su baja atenuación una de las principales características ya que se necesita menos repetidores para la transmisión de sus datos, su estructura se puede observar en la figura 6.

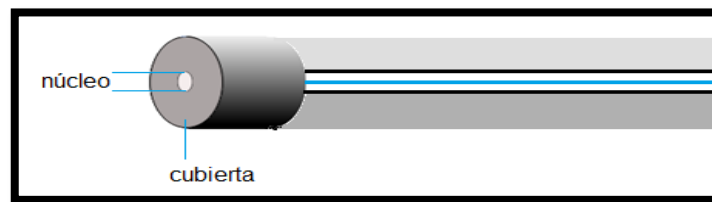


Figura 6. Funcionamiento Interno Fibra Monomodo
Fuente: Tomado de (Galeon, 2015)

Multimodo: La fibra multimodo a la vez se sub divide en índice escalonado Fijo e índice Gradual.

Multimodo Índice Escalonado no Fijo: Como se indica en la siguiente figura 7 tiene un núcleo de fibra al cual lo rodea un revestimiento con un índice de refracción de luz muy bajo, causando atenuación aproximada de 3,5db/Km y cuenta con un ancho de banda de 10MHz a 20 MHz. Es usado habitualmente en distancias cortas no mayor a 1Km y tiene un tamaño de fibra de 62.5/125 micras.

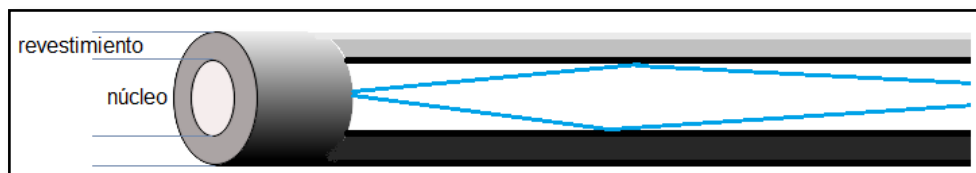


Figura 7. Funcionamiento Fibra Multimodo

Fuente: Tomado de (Galeon, 2015)

Multimodo Índice Gradual: El índice de refracción en este tipo de fibras varía gradualmente en su núcleo hasta su revestimiento, consiguiendo así reducir los caminos por

los cuales recorre los distintos haces de luz que se propagan. Su atenuación es de 2,7db/Km a 3db/Km siendo utilizado para cubrir distancias largas, su ancho de banda es de 200 a 1000MHz y su diámetro de 50/125 micras donde le primer número representa el diámetro del núcleo y el segundo número el diámetro del revestimiento como se puede ver en la figura 8.

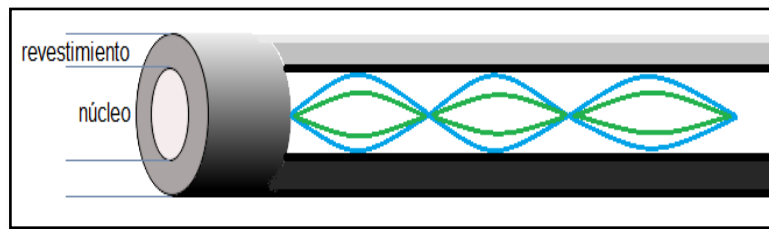


Figura 8. Funcionamiento Fibra Multimodo Índice Gradual

Fuente: Tomado de (Galeon, 2015)

2.4.2 Medios no guiados

Son los medios sin cable, es decir que se propaga por el aire en forma de ondas electromagnéticas las cuales van desde una frecuencia de 3KHz con una longitud de onda de 100Km has una frecuencia de 30 GHz teniendo esta una longitud de onda de 1mm, datos que se puede observar en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. División del espectro radioeléctrico en bandas de radio con sus respectivas frecuencias y longitudes de onda.

Espectro radioeléctrico	Frecuencias	Longitudes de onda
Banda VLF (<i>Very Low Frequencies</i> – <i>Frecuencias Muy Bajas</i>)	3 – 30 kHz	100 000 – 10 000 m
Banda LF (<i>Low Frequencies</i> – <i>Frecuencias Bajas</i>)	30 – 300 kHz	10 000 – 1 000 m
Banda MF (<i>Medium Frequencies</i> – <i>Frecuencias Medias</i>)	300 – 3 000 kHz	1 000 – 100 m
Banda HF (<i>High Frequencies</i> – <i>Frecuencias Altas</i>)	3 – 30 MHz	100 – 10 m
Banda VHF (<i>Very High Frequencies</i> – <i>Frecuencias Muy Altas</i>)	30 – 300 MHz	10 – 1 m
Banda UHF (<i>Ultra High Frequencies</i> – <i>Frecuencias Ultra Altas</i>)	300 – 3 000 MHz	1 m – 10 cm

Banda SHF (<i>Super High Frecuencias – Frecuencias Super Altas</i>)	3 – 30 GHz	10 – 1 cm
Banda EHF (<i>Extremely High Frecuencias – Frecuencias Extremadamente Altas</i>)	30 – 300 GHz	1 cm – 1 mm

Fuente: Adaptado de (García, 2015)

2.4.2. Redes wlan

La necesidad de estar siempre comunicados se ha hecho indispensable en los últimos años por lo cual las redes inalámbricas se han posicionado en un lugar muy importante en lo que a Redes De Área Local (LAN) se refiere ya que una de sus principales ventajas es la movilidad que brinda al usuario. (Carrillo & López, 2011)

Actualmente las redes WLAN más utilizadas son:

- Red Ad-Hoc
- Ampliación de redes LAN
- Interconexión de Edificios

2.5. Normas a utilizar para cableado estructurado

Las normas regulan el funcionamiento y exigencias mínimas de seguridad tanto de dispositivos electrónicos o de diseños estructurales que deben ser respetadas, ofreciendo a su vez adaptabilidad dependiendo de las necesidades propias de un diseño. (SENATI, 2015)

2.5.1. EIA/TIA-568-c norma para cableado de telecomunicaciones

568-C.0 es la última incorporación a la familia de estándares EIA/TIA-568, utilizando la información del estándar 568-B y EIA/TIA 568-C.0, de esta manera simplificando y actualizando la norma de acuerdo a las necesidades actuales de cableado estructurado.

Para la ANSI todo documento tendrá una validez de 5 años por lo cual después de este tiempo será necesario una revisión y una actualización de los datos y fue exactamente lo que sucedió dando como resultado el estándar EIA/TIA 568-C.

568-C es el estándar genérico de telecomunicaciones para edificios comerciales el cual da como base las especificaciones para la instalación y diseño de un cableado estructurado el mismo que a su vez debe soportar un ambiente independiente tanto de fabricantes como de equipos que se vaya a utilizar en la red, siendo de principal importancia esta norma ya que se podrá instalar el cableado sin importar el equipamiento de telecomunicaciones que esté instalado o se instale a futuro.

En este estándar también se dan las pautas para realizar las configuraciones, interfaces, estructuras, parámetros de desempeño y verificación de red.

Consta de tres revisiones las cuales son complementos de la 568 – C0:

- 568 –C.1 Cableado estructurado en edificios comerciales. (Orientado a edificios comerciales y ambientes de oficina).
- 568 – C.2 Componentes de cableado con UTP.
- 568 – C.3 Componentes del cableado con Fibra Óptica.

El cambio evolutivo que nos da también el estándar 568 – C.0 es la inclusión del cable de cobre par trenzado categoría 6 y 6a como medio de transmisión adecuada y borrando de la lista de medios reconocidos al cable coaxial de 50 ohmios y 75 ohmios y al cable STP categoría 5 de 150 ohmios.

2.5.2. EIA /TIA 942 estándar de infraestructura de telecomunicaciones para data centers

Este estándar es creado con la finalidad de unir lineamientos y recomendaciones para la instalación y diseño de un Data Center. Un Data Center es un espacio físico donde se encuentran los principales equipos de comunicación, racks, servidores, los cuales son de vital importancia en una empresa y requiere de una alta disponibilidad puesto que por estos dispositivos cruza información muy importante. (Metacom, 2019)

Este estándar establece cuatro niveles o también llamados Tiers los cuales se basan en la redundancia y disponibilidad de la red con un máximo del 99.995% y a su vez informa y divide la infraestructura de un data center en cuatro subsistemas los cuales se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Subsistemas de soporte de un Data Center según estándar TIA-942

Telecomunicaciones	Arquitectura	Eléctrica	Mecánica
Cableado de racks	Selección del sitio	Cantidad de accesos	Sistema de climatización
Accesos redundantes	Tipo de construcción	Puntos únicos de falla	Presión positiva
Cuarto de entrada	Protección ignífuga	Cargas críticas	Cañerías y drenajes
Área de distribución	Requerimientos NFPA 75	Redundancia de UPS	Chillers
Backbone	Barrera de vapor	Topología de UPS	Detección de incendios
Cableado Horizontal	Techos y pisos	PDU's	Detección por aspiración
Elementos activos redundantes	Área de oficinas	Puesta a tierra	Detección de líquidos
Patch Panels	NOC	EPO	
Patch cords	Sala de UPS y baterías	Baterías	
Documentación	Control de acceso CCTV	Monitoreo Generadores	

Fuente: (Espinoza, 2012)

2.5.2.1 Tiers

Son cuatro niveles que propone el estándar TIA/EIA 942 para ofrecer una alta disponibilidad de servicios, dando a entender que a mayor nivel de Tiers menor será la cantidad de interrupciones en el servicio. Para realizar un Tier nivel cuatro sería necesario empezar de cero y teniendo en cuenta el estándar como guía fundamental para su diseño.

2.5.2.2 Niveles de Tiers

- **Tier I - Data Center Básico:** Está compuesto por interrupciones del data center tanto planeadas o no, constará de sistema eléctrico y aire acondicionado pero no de UPS, generador eléctrico propio o piso técnico lo que hace que exista varios puntos de falla. No dispone de redundancia obligando al datacenter que pase fuera de servicio como mínimo una vez al año ya sea por mantenimiento, reparaciones u errores de operación que obligatoriamente determinen la detención del data center. La tasa máxima de disponibilidad que podrá tener el data center es de un 99.671%.
- **Tier II - Componentes Redundantes:** Los componentes redundantes ayudan a las interrupciones tanto planeadas como las no planeadas, constan de un diseño (N+1) lo necesario más uno, entendiéndose esto que existe por lo menos un duplicado de cada componente de la infraestructura. Están equipados con generadores eléctricos, UPS, piso falso, determinando su principal problema la conexión a una sola línea de distribución eléctrica lo que al realizar su respectivo mantenimiento causará la interrupción del data center. La disponibilidad del data center máxima es de 99.749% del tiempo.
- **Tier III - Mantenimiento Concurrente:** Se puede realizar cualquier actividad planeada como remplazo de componentes, quitar o agregar elementos, reparaciones o pruebas de los sistemas sin que en ningún momento exista interrupciones en las operaciones del data center, dando por entendido que para

realizar todo esto el data center debe constar de doble línea de transmisión en todos sus equipos. Las actividades no planeadas o daños infraestructurales causan todavía interrupciones en su normal funcionamiento. Este nivel está a su vez preparado para llegar a un Tier IV siempre y cuando las necesidades así lo requieran.

- **Tier IV - Tolerante a Fallas:** Es tolerante a fallas, su funcionamiento será siempre continuo con actividades planeadas y aunque haya eventos críticos no planeados. Está compuesto por dos sistemas de distribución activos paralelos entendiéndose por esto a dos sistemas de UPS independientes los cuales a su vez constan con su propia redundancia. El sistema está compuesto por un nivel de fallas el cual consiste una emergencia de incendio o que se inicie el proceso de apagado de emergencia EPO los cuales son indispensables para el cumplimiento de códigos de seguridad tanto de incendios como de daños eléctricos.

2.5.3 ANSI/TIA/EIA-569a rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales

La regla es la movilidad de sistemas de telecomunicaciones dentro de un edificio, basándose en tres reglas fundamentales las cuales son:

- **Edificios Dinámicos:** Un edificio en la mayoría de los casos está sujeto a remodelaciones, alterando el trazado original del cableado.
- **Los sistemas de telecomunicaciones y medios son dinámicos:** Cambios de estaciones de trabajo, cambios de equipos de telecomunicaciones, extensión de puntos de red, cambios de proveedor de servicios derivando todo esto en un sistema totalmente independiente y genérico.

- Las Telecomunicaciones son más que datos y Voz: Un sistema de telecomunicaciones puede agrupar equipos de vigilancia, audio, alarmas, circuito de televisión, control ambiental.

Para poder tener un sistema con las previsiones de telecomunicaciones de la norma EIA/TIA 569A, el diseño de telecomunicaciones debería estar incluido en la fase de diseño arquitectónico logrando así una estructura ordenada ya que el enfoque principal de la norma son los espacios y las rutas por donde cruzan los cables. Otros puntos que toma muy en cuenta al momento de realizar un cableado estructurado son:

- Ancho de Banda y desempeño de la red
- Aplicaciones de redes futuras
- Ciclo de vida del sistema de cableado estructurado
- Características de productos
- Soporte y servicios de proveedores

Recomienda categorías, medios y características de cableado estructurado tomando siempre en cuenta la mejor eficiencia de la red así como del costo beneficio que dará como resultado el sistema. Por ejemplo, recomendar la instalación de fibra óptica en el cableado de backbone en un edificio, la utilización de cable UTP categoría 3 para telefonía y categoría 6 para datos y video.

2.5.4 EIA/TIA 606 estándar de administración de cableado

Este estándar da como lineamientos el desarrollo de documentación organizada y clara que desde el inicio del cableado estructurado se debe realizar. Se creará una guía informativa para el personal que va a administrar la red instalada, indicando el diseño de la misma, los recorridos utilizados, tipo de cableado que se está utilizando para que en el futuro el personal

encargado de la administración de la red tenga una clara idea de su funcionamiento, enrutamiento y configuración facilitando así su administración. (SENATI, 2015)

Para la realización de esta guía la norma nos permite valernos de varios mecanismos los cuales nos ayuden a identificar de forma específica futuros resultados de prueba.

2.5.4.1 Etiquetación y administración

Todos los cables deben estar etiquetados e identificados con una nomenclatura única como una cédula de identidad, este etiquetamiento debe estar en todos los puertos de conexión como son paneles, racks, puntos de conexión de entrada y salida. Si estos puntos son cambiados su nomenclatura debe de ser actualizada y constar con su nuevo etiquetamiento.

Es de mucha importancia llevar el etiquetamiento de conductos, vías, canaletas por donde vaya el cableado, esto facilitara aún más el seguimiento o cambio posterior de cualquier cable. Las etiquetas como se observa en la tabla 3 deben contener la siguiente información o campos:

Tabla 3. Campos de Etiquetación y Nomenclatura

Campo	Ubicación	Posible Equipo	Nomenclatura
1	General	Cuarto de Telecomunicaciones	A,B,C,...etc
2	Específica	Rack	XX "05"
3	Identificador del Componente	Patch Panel	XX "08"
4	Número de Puerto	Puerto del Patch	Puerto 20
5	Datos Físicos	Voz o Datos	Datos

Fuente: (ITCA - Escuela de computacion, 2015)

2.5.4.2 Código de Colores

Los colores son otra forma de etiquetamiento por lo cual el estándar 606 asignó diferentes tipos de colores dependiendo el tipo de información que se transmite, esta forma de etiquetar se puede ver en la tabla 4.

Tabla 4. Código de Colores ANSI/TIA/EIA 606

Color	Tipo de Conexión	Ejemplos
Naranja	Acometida Telefónica	Terminación oficina central
Verde	Conexiones de Red / Acometida de Datos	Terminación auxiliar de circuitos.
Morado	Equipos de datos PBX, Host, LANs	Switches-equipos de datos
Blanco	Backbone de Primer Nivel	Terminación del cable de la MC – IC
Gris	Backbone de Segundo Nivel	Terminación del cable de la IC – TC
Azul	Cableado Horizontal / Estación de Trabajo	Terminación cable horizontal
Café	Backbone entre edificios	Terminación cables del campus
Amarillo	Circuitos auxiliares de seguridad	Alarmas, circuitería
Rojo	Sistemas telefónicos claves / emergencia	

Fuente: (ITCA - Escuela de computación, 2015)

Todo hardware, conector, patch cord, punto de instalación debe estar con su respectiva nomenclatura, esta debe ser clara tanto al inicio como al final de los extremos del cable, y tratar de proteger al máximo el paso del tiempo.

2.5.5 Ansi/tia/eia-607 conexión sistema a tierra

La conexión a tierra es uno de los puntos fundamentales al momento de desarrollar una infraestructura de telecomunicaciones por lo cual este estándar es la guía a seguir para desarrollar un sistema seguro de instalación a tierra. En este estándar observaremos los diferentes parámetros, barras de cobre y cables que debemos utilizar para realizar una conexión a tierra adecuada y de esta manera proteger nuestros equipos.

2.5.6 ANSI/TIA/EIA-tsb-67

Fue creada para realizar certificaciones de campo con equipos electrónicos a los sistemas de cableados estructurados de cable UTP y poder determinar su rendimiento, funcionamiento y requisitos mínimos de transmisión.

En un sistema de cableado estructurado existen diferentes factores como hardware de conexión, características del cable, puntos de conexiones, instalaciones defectuosas lo que hacen que la red se haga deficiente.

Es aplicable a cable UTP de 100 Ohmios o cable blindado ScTP, y solo se utilizará esta certificación en el cableado horizontal. Básicamente el TSB-67 define dos tipos de conexiones a comprobar.

2.5.6.1 Enlace básico

Son las pruebas de rendimiento básicas que se hace al enlace que va desde de la toma del área de trabajo al armario de distribución. Los enlaces básicos deben contener los siguientes componentes:

- Hasta 90 m de cable horizontal incluyendo la salida del cable del cuarto de telecomunicaciones (TR) hacia un punto de consolidación opcional y desde ahí hacia la toma de telecomunicaciones.
- Una conexión en cada extremo del cable horizontal
- Hasta 2 m de cable del equipo de prueba de la unidad principal hacia el probador de campo de la conexión local.
- Hasta 2 m de cable del equipo de prueba de la conexión remota hacia la unidad remota del medidor de campo.

2.5.6.2 Parámetros básicos para realizar las pruebas en cada enlace

- Mapa de Cableado: Se confirmará la continuidad de los 8 conductores del cable UTP de extremo a extremo, igualmente informa sobre corto circuitos. Determina que no existan pares invertidos, cruzados o divididos.
- Longitud del Cableado: La prueba se basa en la propagación de una señal a través del cable y así determinar su demora, el cable tiene una longitud de máximo 90m para enlace básico y de 100m para canal.
- Atenuación: Mide la pérdida de la señal de extremo a extremo, la atenuación varía dependiendo del tipo de cable utp que se esté utilizando al igual si es enlace básico o enlace de canal.
- Diafonía de Extremo Cercano (NEXT): Mide la cantidad de ruido generado en un par de cables cuando en otro par de cables pasa o se inyecta una señal, esto variará dependiendo del tipo de cable y del tipo de prueba tanto de enlace básico como de enlace de canal.

2.5.6.3 Canal

La prueba de enlace de canal es usada para verificar el desempeño total de la red la cual está compuesta por los siguientes componentes.

- Hasta 90m de cable horizontal, incluyendo el cable del cuarto de telecomunicaciones y un punto de consolidación opcional y desde este punto hasta el punto de salida de telecomunicaciones.
- Cable del área de trabajo
- Punto de salida de telecomunicaciones y su conector

2.6 Componentes de cableado estructurado

Estos son los puntos a tomar en cuenta para el desarrollo de un buen cableado estructurado tomando en consideración el diseño, dimensionamiento, puestas a tierra de nuestro sistema, etc. (SENATI, 2015)

2.6.2 Cableado vertical (backbone)

El cableado vertical o Backbone es el cableado que interconecta el cuarto de telecomunicaciones, cuarto de equipos e instalaciones de entrada de un sistema de cableado estructurado de telecomunicaciones. Este cableado se compone de conexiones cruzadas intermedias y principales, terminaciones mecánicas, alambres auxiliares, puentes para conexiones cruzadas además del cableado entre edificios. Este cableado debe tener una vida útil dividida en periodos de 3 a 10 años por lo cual se debe tomar muy en cuenta cada uno de los diseños y periodos, además de los requerimientos y cambios que puedan ocurrir satisfaciendo todos estos sin la necesidad de realizar un nuevo cableado.

2.6.2.1 Topología del cableado vertical

Su topología se basa en estrella jerárquica por la flexibilidad que esta tiene al momento de requerir movimientos de aplicaciones. El sistema de este cableado al momento de realizarlo se basa en que cada conexión cruzada horizontal en un armario de telecomunicaciones esta cableada a una conexión cruzada principal, o a su vez a una conexión intermedia y de ahí aun conexión principal, en el cableado vertical no está permitido la existencia de más de dos niveles jerárquicos de conexión.

2.6.2.2 Distancias del cableado vertical

La distancia en el cableado vertical está dada por el medio de transmisión que estemos utilizando a sus distintas áreas como área de trabajo (WA), CONEXIÓN, los cuales se pueden ver en la tabla 5 y son los siguientes:

Tabla 5 Distancias Óptimas Cableado Vertical

Medio de Transmisión	Áreas	Distancia Max
UTP (voz)	Entre WA ¹ Y MC ²	800m
	Entre MC y IC ³	500m
	Entre IC y WA	300m
Fibra óptica 50/125um	Entre WA Y MC	2000m
	Entre MC y IC	1700m
	Entre IC y WA	300m
Fibra óptica 62.5 um	Entre WA Y MC	2000m
	Entre MC y IC	1700m
	Entre IC y WA	300m
Fibra óptica monomodo	Entre WA Y MC	3000m
	Entre MC y IC	2700m
	Entre IC y WA	300m

Fuente: Adaptado de (SENATI, 2015)

2.6.2.3 Medios de transmisión para cableado vertical

Siguiendo la norma ANSI/TIA/EIA 568-B 2 Y 3 los medios de transmisión adecuados para el desarrollo de un cableado vertical son: cable par trenzado UTP o STP, cable de fibra óptica multimodo de 62.6/125 um ó de 50/125 um además de la fibra monomodo de 9/125 um.

Tenemos que tomar en cuenta que en el Cableado Vertical contiene también a cables verticales, conexiones cruzadas, conectores o terminaciones mecánicas.

2.6.2.4 Ductería para cableado vertical

Para la realización de la ductería debemos tomar en cuenta que el cableado vertical interconecta internamente a un edificio y también entre edificios por lo cual existe ductería interna y externa.

Ductería interna: La ductería interna sirve para enlazar las instalaciones de entrada con la sala de equipos y esta a su vez con los armarios de telecomunicaciones. Para este tipo de

¹ WA: Área de trabajo.

² MC: Conexión cruzada principal.

³ IC: Conexión cruzada intermedia.

instalación se puede utilizar con ductos, bandejas verticales, o escalerillas porta cables verticales, tomando muy en cuenta que los conductos por ejemplo de los ascensores no son permitidos para el diseño de este sistema.

Ductería externa: básicamente la ductería externa se utiliza para la interconexión entre edificios por lo cual el estándar ansi/tia/eia-569 nos da cuatro formas de canalización:

- **Canalizaciones directamente enterradas:** como su nombre lo dice están directamente enterradas en el suelo, lo que conlleva a poner una protección contra roedores.
- **Canalización en túneles:** debe tener un acceso adecuado para el personal de mantenimiento, no se debe canalizarlos cerca de otros tipos de servicios como lo es la luz eléctrica y canalizaciones de agua.
- **Canalizaciones Subterráneas:** esta canalización consiste en tener unos ductos de mínimo 10cm de diámetro, sin admitir más de dos ángulos de noventa grados, además debe contar con un sistema cámaras de inspección.
- **Backbone Aéreo:** una de las que implican un poco más de dificultad que las demás ya que debemos tomar en cuenta el área en el que se va a realizar el diseño, separación con redes de electricidad, protecciones mecánicas y anclajes para vientos y tormentas.

2.6.3 Cableado horizontal

Cableado horizontal es el trazado que generalmente hace el cableado entre los techos o el piso de los edificios siguiendo esta dirección, siendo esto un conjunto de conectores y cables que van desde el armario de distribución u Horizontal Cross-connect hasta las estaciones de trabajo. De este cableado depende gran parte el funcionamiento adecuado de la red ya que

en este diseño se debe prever distancias, movilidad, expansión de red, mantenimiento y cambios que puedan ocurrir en un futuro.

2.6.3.1 Topología del cableado horizontal

La norma a tomar en cuenta en este diseño de cableado es la ANSI/EIA/TIA 568B la cual hace las siguientes recomendaciones.

- El cableado horizontal debe estar conectado en topología estrella.
- Cada conector en el área de trabajo debe estar conectado a la cruzada horizontal a través del cable horizontal.
- El cuarto de telecomunicaciones debe estar en el mismo piso que las áreas de trabajo a brindar el servicio.
- No se permiten empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal.

2.6.3.2 Distancias del cableado horizontal

La distancia máxima de un cableado horizontal sin importar el medio de transmisión que fuese es de 90 metros desde el punto de salida de la información hasta el cuarto de telecomunicaciones. Así 5 metros desde la estación de trabajo hasta el punto de salida de la información y los patch cords en el cuarto de telecomunicaciones es de 5 metros, dando así la suma de las longitudes un total de 100 metros como se muestra en la figura 9.

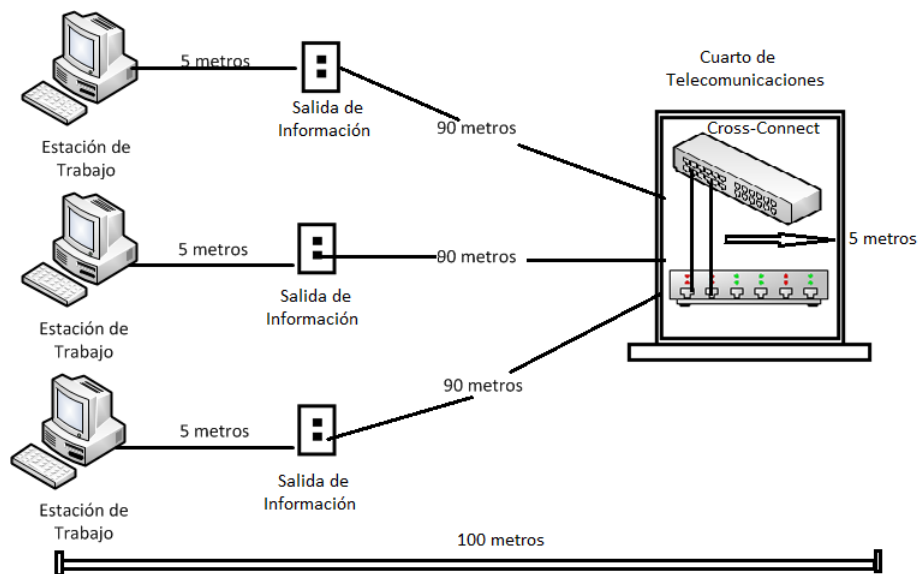


Figura 9. Distancia Cableado Horizontal

Fuente: Adaptado de (SENATI, 2015)

2.6.3.3 Medios de transmisión para cableado horizontal

Los medios de transmisión reconocidos por la norma son el cable de par Trenzado UTP, FTP, SFTP, FFTP, categoría 5, 5e, 6 y 6A, también lo es la Fibra óptica Multimodo de 62.2/125 um ó 50/125um.

2.6.3.4 Ductería para cableado horizontal

Existen diferentes medios por los cuales se puede llevar la distribución del cableado horizontal dependiendo de las necesidades los cuales son: bandejas, canaletas, ductos metálicos, escalerillas, entre otros.

2.6.4 Cuarto de equipos

El cuarto o sala de equipos es el espacio destinado a la instalación de equipos de telecomunicación los cuales pueden ser, servidores, PBX (centrales telefónicas), video vigilancia y demás equipos informáticos. La asignación de un cuarto de equipos debe cumplir ciertos parámetros como lo son:

- Tener facilidad para el acceso de equipos grandes, pero a la vez no de personas ajenas a la manipulación de estos.
- Es recomendable que este cerca o en la misma línea del backbone del edificio.
- Observar detenidamente que sobre este cuarto no exista paso de canales de agua especialmente, conexiones de alta potencia de electricidad o funcionamiento de cuarto de motores cercanos.
- Debe existir la posibilidad de ampliaciones a futuro.

2.6.5 Armario de telecomunicaciones

Los armarios de telecomunicaciones son los espacios donde se encuentran equipos de control, puntos de terminación, equipos de telecomunicaciones activos como hub y switches, siendo este cuarto el punto intermedio de conexión entre la canalización cableada vertical y el backbone. (Joskowicz, 2013)

La ubicación adecuada de los armarios de telecomunicaciones es el punto medio del área a la que se va a brindar el servicio, siendo recomendable establecer un armario de telecomunicaciones mínimo por cada piso si este fuera el caso.

Se recomienda un armario de telecomunicaciones por cada 1000m², al sobrepasar esta distancia se deberá instalar otro armario. Además, debemos tomar muy en cuenta que las distancias del cableado horizontal desde el área de trabajo hasta el armario de telecomunicaciones no deben superar los 90 metros, caso ocurriera este tipo de situaciones se debe instalar otro armario de telecomunicaciones. Si por el diseño del área a cubrir necesitamos dos armarios de telecomunicaciones en el mismo piso estos deberán ser interconectados con la canalización del backbone.

Estas áreas deben estar correctamente iluminadas y pintadas de color blanco preferentemente, no deben tener cielorraso y su piso debe de ser elevado o flotante, también deben contar con su respectiva ventilación o aire acondicionado.

2.6.6 Área de trabajo

Son los espacios donde normalmente se labora o áreas donde se deba conectar computadores, impresoras, teléfonos, cámaras de seguridad, etc. Si no contamos con datos ciertos de las áreas de trabajo en un edificio la norma ANSI/TIA/EIA 569 define al área de trabajo a 10m² del espacio utilizable del edificio, además recomienda tres dispositivos mínimos de conexión por cada área de trabajo.

2.7 VoIP

A inicios de los noventas se dio un crecimiento vertiginoso de la comunicación tanto de empresas como de personas, todo esto gracias al crecimiento explosivo de la Internet con aplicaciones basadas en protocolo internet IP. Es así que internet ha ido ganando terreno a pasos agigantados con el tráfico de red y empaquetamiento de datos con respecto a las redes tradicionales de voz conocidas como PSTN. Gracias a las ventajas que ofrece este tipo de protocolos se empezó a empaquetar ya no solo los datos sino también la voz, lo que dio paso al desarrollo de la Voz sobre IP. (Sellés, 2013)

2.7.2 Generalidades de VoIP

Aunque la telefonía exista hace 100 años, las necesidades de comunicación y las nociones de distancias han cambiado, como también la aparición y popularización del internet y así del e-mail y mensajería corta han hecho que la telefonía de cierto modo sea sustituida.

Pero sin embargo existen circunstancias que hacen que se requiera de mayor interacción de las partes, por lo cual la utilización del teléfono es indispensable.

Voice Over Internet Protocol (VoIP), o Voz sobre IP es la tecnología que hace posible la digitalización de la voz convirtiéndola en forma de paquetes de datos para que de esta manera se pueda transmitir por el protocolo IP, aprovechando así al máximo la red de datos.

Uno de los fines de la implementación de las redes de VoIP es el abaratamiento de los costos de las líneas locales, además de la integración de video, datos y voz sobre la misma infraestructura facilitando de esta manera la administración de la misma y disminuyendo los costos al momento de implementar estos servicios en nuestra red.

2.7.3 Protocolos de VoIP

Los protocolos de voz sobre IP son los encargados de empaquetar la voz al momento de enviarla por el internet, por lo cual son de gran importancia al momento de escoger el mejor de ellos buscando siempre el acoplamiento y necesidades de nuestro diseño. A continuación, citaremos los más importantes.

2.7.3.1 Protocolo H.323

Fue creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para proveer un mecanismo de transporte para aplicaciones multimedia como son voz, video y datos en entornos LAN. Su relativa y temprana disponibilidad, así como la definición básica de llamada con una mezcla de servicios suplementarios hacen de H.323 sus principales puntos fuertes. (UIT-D, 2013)

H.323 especifica los servicios que va a brindar además de englobar muchos protocolos que son de carácter obligatorio, tiene capacidades más completas, pero a la vez más complejas.

2.7.3.2 Protocolo SIP

El protocolo SIP fue desarrollado por la IETF, y fue específicamente creado para aplicaciones y servicios de internet con una mayor flexibilidad y con implementaciones más simples que H.323. Al igual que en la telefonía tradicional SIP puede establecer, modificar y finalizar sesiones multimedia entre usuarios. También ofrece movilidad a sus usuarios además de una descripción característica de las sesiones y negociación entre participantes. (UIT-D, 2013)

Al ser un protocolo creado específicamente para aplicaciones de internet está totalmente integrada en la infraestructura WEB. Su arquitectura consta de un modelo cliente – servidor, petición y respuestas de mensajes. SIP integra este tipo de comunicación gracias a los protocolos RTP/RTCP y SDP.

Para transportar los datos de voz en tiempo real se usa RTP, teniendo este protocolo en común con H.323, mientras que SDP es usado para la negociación de las capacidades de los participantes como lo es en el tipo de codificación.

Para implementar las sesiones multimedia de establecimiento y finalización para SIP existen componentes como los agentes de usuario (UA) y los servidores de registro.

Los UA o Agentes de Usuario son los puntos extremos del protocolo como lo es un teléfono o un videoteléfono en lo que respecta a este estudio. A su vez los UA se dividen en dos partes distintas las cuales son los User Agent Client (UAC) que es la encargada de generar peticiones SIP y a la vez recibe respuestas a esas peticiones mientras que los User Agent Server (UAS) son las entidades lógicas que generan las respuestas a las peticiones SIP.

2.8 Códex de audio

El nombre códec viene del inglés coder-decoder y son los encargados de codificar y decodificar la voz que son ondas analógicas a una información o formato digital encontrándose aquí una parte esencial de la VoIP, que es el cambio de señales entre analógicas y digitales.

La codificación consiste en el muestro de la señal de audio miles de veces por segundo para después convertirla en un formato digital. La importancia del códec también radica en el ahorro del ancho de banda, la compresión y la cancelación del eco. (Carrillo & López, 2011)

2.8.2 Códec G.711

Recomendada por la ITU-T, codifica la señal por PCM (Modulación de Impulsos Codificados) utilizando la misma tasa de muestreo que la telefonía tradicional, codifica la señal a 64Kbps, con una frecuencia de muestreo de señal vocal de 8KHz por segundo siendo la misma tasa de muestreo que utiliza la telefonía tradicional.

Este estándar está compuesto por dos algoritmos principales los cuales son, el U-law que son algoritmos utilizados en Norte América y Japón con un entramado de señal de un T1, y el A-law utilizado en el resto del mundo funcionando con un E1.

2.8.3 Códec G.729

Está recomendado por la ITU-T y requiere de 8Kbps para codificar la voz, tiene una muestra analógica de 800 Hz y aunque inferior a la G.711 es muy parecida. Este es el códec más común en instalaciones de Voz sobre IP, aun que requiere mayor procesamiento debido a las tareas de compresión, disminuye la utilización del ancho de banda y así mantiene una buena calidad de voz.

2.8.4 Códec G. 723

Códec recomendado por la ITU-T, tiene un bajo grado de compresión que se dividen en dos versiones que van desde los 5,3Kbps y 6,3 Kbps y es exclusivamente para voz sobre IP en conexiones WAN con bajo ancho de banda.

2.8.5 Códec de video H. 264

Norma creada por la ITU-T (VCEG) Video Coding Experts Group la cual define un códec de video que tiene una alta compresión de imágenes lo que es clave al momento de recrear imágenes en movimiento, radiodifusión de televisión o emisiones de videoconferencias por internet, teniendo una gran calidad, encontrándose en rangos de 3G que bordean los 40Kbps y HD que va hasta más de 10 Mbps. (Carrillo & López, 2011)

H. 264 nos brinda la posibilidad de poder manejar tanto imágenes de video que es su punto medular como datos digitales, permitiéndonos almacenarlas, transmitir las y recibirlas por medio de la red. Gracias a que H. 264 cuenta con códigos simples es posible la integración con protocolos actuales como con arquitecturas múltiples permitiendo implementar aplicaciones de transmisión de video o video conferencias sobre diferentes tipos de redes sean cableadas o inalámbricas siendo de igual forma con los diferentes protocolos de transporte

2.9 Dimensionamiento

El dimensionamiento es un punto medular al momento de realizar el diseño de una central de voz, ya que de esta depende que las llamadas y sus contenidos sean entregados y receptados en forma entendible y completa. Los retardos que son imperceptibles para el oído humano se encuentran alrededor de los 150 milisegundos, pero los resultados son caóticos cuando sobrepasas los 400 milisegundos haciendo una comunicación inentendible y desastrosa. (Carrillo & López, 2011)

La muestra normal en Internet que permite la transmisión de voz es de 8000 muestras por segundo creando una señal de llegada idéntica a la señal de salida, pero la voz al ser transmitida por internet llegará desordenada y con retardos lo que hace indispensable la utilización de protocolos que regulen las aplicaciones en tiempo real.

2.9.2 Protocolos para aplicaciones en tiempo real

RTP fue desarrollado por la IETF, RTP es uno de los protocolos que permiten el envío de cualquier tipo de formato sea este de audio como PCM, WMA o MP3, o MPEG y H.263 para video.

RTP usa el protocolo de la capa de transporte UDP haciendo que la llegada a tiempo de los paquetes enviados hacia el usuario no esté garantizada pudiendo perderse y así no poder reproducirse con normalidad. Es así que RTP envía la mayor cantidad de datos en un solo paquete UDP a uno o varios destinos siendo los paquetes numerados de forma mayor que su antecesor haciendo de esta manera que se pueda conocer si un paquete se ha extraviado o no durante la transmisión.

Una forma de poder tener datos más completos y fiables en contenidos multimedia es utilizando el time stamping, el cual, crea una marca de tiempo con la primera muestra de cada paquete haciendo que el destino almacene los datos en un buffer para poder reproducir cada muestra segundos después de iniciar el flujo de datos reduciendo así efectos de pérdida de datos.

2.9.2.1 Encabezado RTP

RTP consiste de 3 palabras con una longitud total de 32 bits incluyendo algunas extensiones como se puede observar en la figura 10.

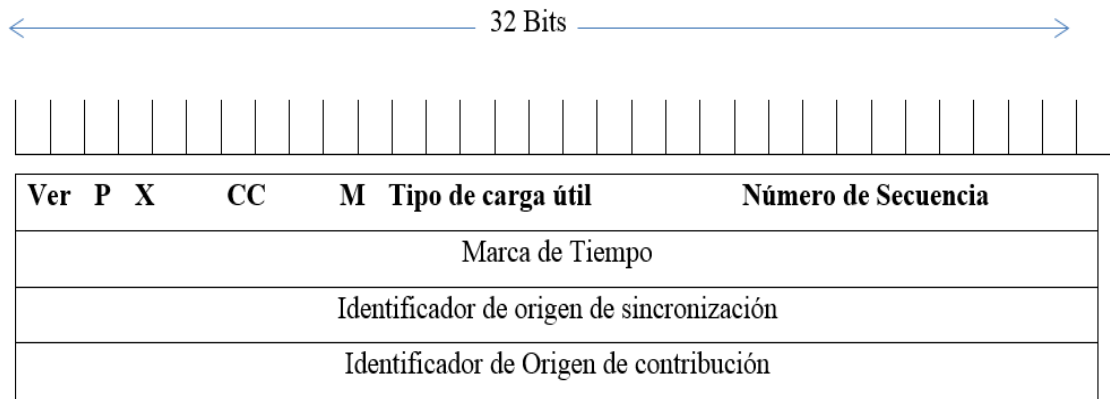


Figura 10 Trama RTP

Fuente: Adaptado de (Dunayevich, Brassara, & Alberch, 2014)

2.9.2.2 Real time control protocol (RTCP)

RTCP es el encargado de ofrecer un elemento de control para RTP. Sigue utilizando el protocolo UDP pero esta vez por el puerto vecino al que utiliza RTP. Así, la función de RTCP es el envío de paquetes de control y, (Sime & Goldie, 2009) “brindar una realimentación de calidad a los usuarios de una sesión y UDP provee multiplicación de los datos y paquetes de control” (p. 52).

Paquetes RTCP: Los paquetes RTCP están conformados por 5 zonas. (Sime&Goldie, 2009)

- SR (informe de emisor): estadísticas de envío y recepción emitidos por emisores activos.
- RR (informe del receptor): estadísticas de solo usuarios receptores.
- SDES (descripción de fuente): tarjeta de visita de la fuente.
- BYE (mensaje de fin): termina la sección.
- APP: funciones específicas de una determinada aplicación.

Encabezado RTCP: en la figura 11 se muestra el encabezado RTCP que está compuesto por 3 zonas.

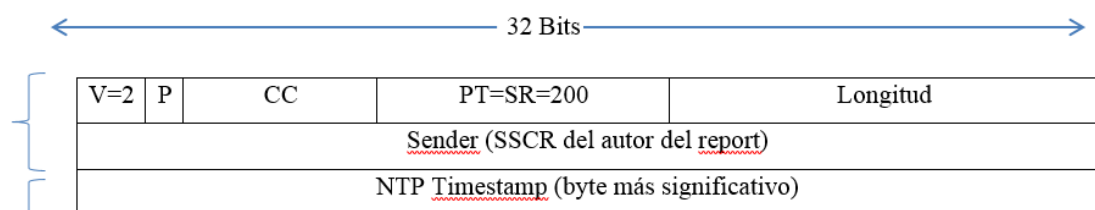


Figura 11 Trama RTPC

Fuente: Adaptado de (Dunayevich, Brassara, & Alberch, 2014)

2.9.2.3 Real time straming protocol (RTSP)

Protocolo independiente del protocolo de transporte el cual realiza un control remoto de sesión de transmisión multimedia, permitiendo:

- Recuperar un determinado medio de un servidor.
- Invitar a un servidor de medios a una multiconferencia.
- Grabar una multiconferencia.

RTSP tiene mensajes principales que pueden ser del tipo:

- SETUP: asigna recursos y establece una sesión RTSP.
- PLAY: empieza la transmisión de datos.
- PAUSE: detiene la transmisión temporalmente.
- TEARDOWN: libera los recursos y termina la sesión RTSP.

2.9.3 Ancho de banda vs VoIP

La introducción de señales de voz en redes que fueron diseñadas especialmente para datos, ha creado problemas tanto de latencia como de tráfico los cuales dificultan el normal desenvolvimiento de la red. Es así que al momento de diseñar una red la cual deba soportar VoIP se debe tomar en cuenta la velocidad del paquete, el tamaño de empaquetamiento, overhead de capa enlace y de túnel todos estos dependiendo de los protocolos que se vaya a utilizar.

Otros de los aspectos a tomar en cuenta son:

- El número de llamadas concurrentes.
- Requerimiento del ancho de banda para tener una conversación telefónica.

2.9.3.1 Número de llamadas concurrentes

Es la mayor cantidad de llamadas que se puede tener al mismo tiempo en un enlace, tomando en cuenta también las llamadas actuales como las que se pueden producir o aumentar en un futuro.

2.9.3.2 Ancho de banda necesario para tener una conversación telefónica

La implementación de ancho de banda para poder tener una comunicación telefónica depende de varios aspectos fundamentales los cuales pueden ser el códec, tipos de enlaces, tipos de compresión, etc. La fórmula a considerar para sacar el ancho de banda eficiente en una comunicación telefónica se demuestra en la siguiente ecuación 1:

$$\frac{\text{Tamaño total del paquete}}{\text{Tamaño del payload}} = \frac{\text{Requerimiento total de ancho de banda}}{\text{Requerimiento nominal de ancho de banda}}$$

Ecuación 1. Ancho de banda eficiente en una comunicación telefónica

2.9.4 Tráfico de telecomunicaciones

Para la ITU-T B.18: “en una red de telecomunicaciones, la intensidad de tráfico instantánea $A(t)$ en un conjunto de elementos de red es el número de elementos ocupados en un instante dado. Por lo general se considera de una hora” (Marcano, 2012). El cálculo de la intensidad de tráfico medio “equivale al producto de la tasa de llegadas por el tiempo medio de ocupación” (Marcano, 2012). Siendo el Erlang la unidad de medida de intensidad de tráfico cuyo símbolo es E.

2.9.4.1 Definiciones de tráfico en telecomunicaciones

- Tráfico Ofrecido: Tráfico que cursa normalmente por la red sin ningún tipo de llamadas perdidas.
- Tráfico Cursado: Tráfico que cursa y es atendido por algunos elementos de la red.
- Tráfico Bloqueado: Es la parte de tráfico que se desborda y no cursa por diferentes elementos de la red.
- Tráfico rechazado o perdido: Es la parte del tráfico de bloqueo que a pesar de varios intentos de llamada no da resultados. Este puede ser reducido aumentando la capacidad de canal.
- Para la práctica el tráfico cursado es el que sirve como referencia de medida el cual depende de la capacidad de la red o del sistema, el tráfico ofrecido es más bien un concepto teórico.

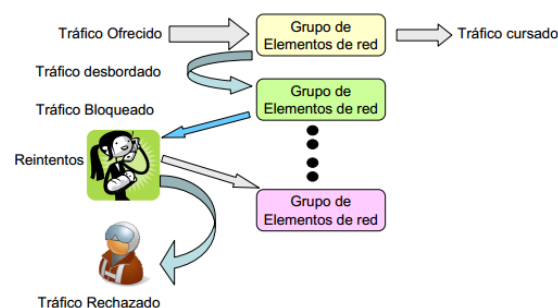


Figura 12. Representación Gráfica del Tráfico
Fuente: Tomado de (Marcano, 2012)

2.9.5 Intensidad de tráfico

Un Erlangs es la unidad que mide la intensidad de tráfico que cursa por una troncal en una hora o 3600 segundos de llamada. El Erlangs es una unidad adimensional.

La intensidad de tráfico también puede ser medida por CCS (Circuit Centum Seconds) pero con un tiempo menor de uso de la troncal de 100 segundos, teniendo la siguiente relación de Erlangs con un CCS (Carrillo & López, 2011) como se observa en la siguiente ecuación:

$$1 \text{ Erlang} = 3600 \text{ Segundos} = 36 \text{ CCS}$$

Ecuación 2. Equivalencia de 1 Erlang

La intensidad de tráfico se define por la cantidad de llamadas que se realizan al mismo tiempo en un determinado periodo normalmente de una hora.

El promedio de duración de cada llamada o ACHT es un elemento indispensable al momento de dimensionar nuestra red teniendo una media de conversación de 120 a 180 segundos. Otro factor a tomar en cuenta el número de llamadas totales procesadas con un tráfico determinado.

Resumiendo, en la ecuación 3 los elementos anteriores:

$$\text{Erlang} = \frac{\text{Número de Llamadas} \times \text{ACTH (seg)}}{3600}$$

Ecuación 3. Cálculo tráfico de llamadas x Erlang

2.9.5.1 Grado de servicio

Grado de Servicio o GoS es la probabilidad que una llamada no entre o falle, dándose esto cuando todos los canales están ocupados no permitirá que una llamada nueva ingrese, rechazándola inmediatamente. (Marcano, 2012)

El Grado de Servicio tiene un rango que va desde 0 a 1 siendo 0 un rango óptimo ya que todas las llamadas realizadas tendrán siempre a disposición un canal. Al contrario, tener un grado de 1 será que todos los canales estén ocupados obteniendo ningún tipo de servicio.

Un grado de servicio equilibrado es no tener un sistema ni sub ni sobre saturado, siendo un sistema equilibrado en la vida real para sistemas de comunicación de 0.02, teniendo una relación como se observa en la siguiente ecuación 4:

$$0 < GoS > 1$$

Ecuación 4. Grado de servicio

2.9.5.2 Capacidad del canal

Al momento de diseñar un sistema de comunicación es de vital importancia la capacidad del canal ya que de este depende que existan los suficientes canales libre para poder acoger a todos sus suscriptores.

2.9.5.3 Erlang B

Erlang B es una fórmula de cálculo el cual si una llamada no ingresa a la troncal o no puede ser atendida esta inmediatamente será descartada y no regresa al troncal original perdiéndose de esta manera la llamada como se observa de ejemplo en la figura 13.

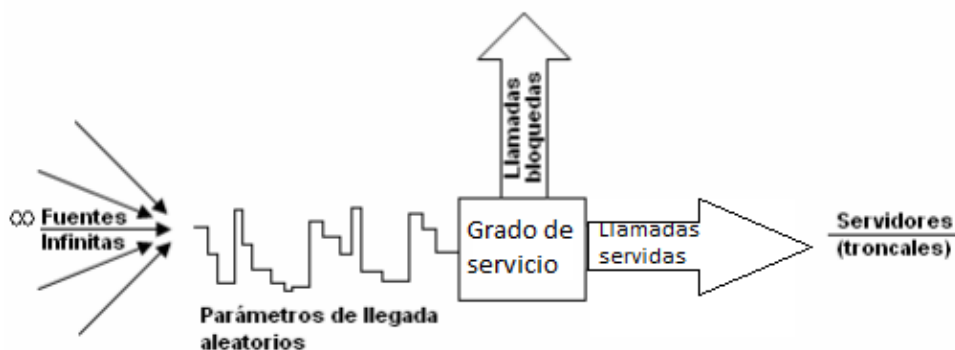


Figura 13 Modelo Gráfico de Erlang B

Fuente: (Garduño, 2007)

La fórmula de Erlang B es la siguiente:

$$B(N, A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}}$$

Ecuación 5. Ecuación de Erlang B

Dónde:

N = Números de canales de servicio

A = Carga ofrecida

B (N, A) = Probabilidad de bloqueo

2.10 Soluciones de software libre para VoIP.

En la actualidad para la creación de centrales telefónicas de VoIP existen una gran variedad de software, las cuales cuentan cada una con sus respectivas características y adaptabilidades dependiendo de las necesidades y requerimientos que se requieran, entre los más importantes se encuentran los siguientes.

- Trixbox
- Asterisknow
- Elastix
- Asterisk

A continuación, se detallará las principales características de cada software para la implementación de un sistema de VoIP.

2.10.2 Trixbox

Trixbox es diseñado y comercializado por la comunidad de socios de Fonality, trixbox Pro es una solución de software de propósito IP-PBX construida para apoyar las empresas en

crecimiento, teniendo la particularidad de ser una central telefónica PBX por software basada en la PBX de código abierto Asterisk.

Sus componentes principales son Linux Centos la cual sirve de base como sistema operativo teniendo como núcleo de telefonía a Asterisk.

Tribox tiene dos tipos de distribuciones, una gratuita que es TrixBot Community Edition y TrixBot Pro siendo esta una versión de pago.

Sus principales características:

- Gratis y flexibles
- Fácil instalación, uso y configuración.
- Características avanzadas como contestador automático, integración con outlook, vocemail, llamadas en conferencia, etc.
- HUD, herramienta denominada todo en uno, el cual es paquete que permite monitoriar el sistema desde su propio escritorio.

Desventajas:

- Actualizaciones del sistema desatendido desde el 2010.
- Maneja paquetes ya obsoletos de Asterisk.
- Su versión gráfica maneja una derivación de freeBPX la cual también no presenta su actualización.

2.10.3 Asterisknow

AsteriskNow es una distribución de Linux la cual cuenta con todos los componentes y software necesarios para un sistema Asterisk. AsteriskNow tiene una interfaz gráfica la cual hace más fácil el trabajo de instalación y configuración. AsteriskNow está basada en CentOS y permite crear y manejar nuestra propia centralita, con la cual se puede gestionar

extensiones, dar servicios con reconocimiento de voz, locuciones informativas, música en espera. También se puede enlazar con la central convencional y realizar llamadas con teléfonos convencionales a un bajo costo.

Una de sus principales ventajas o desventajas dependiendo de las necesidades que se requiera, es que AsteriskNow instala solo los componentes más necesarios para el correcto funcionamiento y administración de Asterisk.

2.10.4 Elastix

Elastix, distribución creada por Palosanto Solutions, con centro de operaciones en Guayaquil, creada para interpretar los registros de llamadas que Asterisk genere. Elastix paso rápidamente a convertirse en un paquete de comunicaciones compuesta en un solo CD por varios productos como asterisk, interfaz de configuración web como FreePBX, un sistema de datos MySQL, un sistema de mensajería instantánea como OpenFire, y otras aplicaciones más instalándose de forma fácil y rápida.

Elastix en otras palabras es un conjunto de herramientas todas empaquetadas en un solo software la cual nos permite hacer de manera más sencilla las configuraciones que de otra manera se tendrían que hacer en forma de comando.

2.10.5 Asterisk

Asterisk es un software open source, desarrollado por la empresa DIGIUM. Asterisk no es una herramienta plug and play la cual viene empaquetada y lista para realizar llamadas. Al contrario, en Asterisk es necesaria una configuración en base a nuestros requerimientos y necesidades y una vez configurada se podrá dar inicio a su funcionamiento y servicios. Sin embargo, el hecho de desarrollar el servicio de Asterisk hace que se pueda crear grandes

cosas y poder construir un sinnfín de aplicaciones no solo basadas en voz sino en varias uniones como datos y otros sistemas de cómputo.

Asterisk se puede instalar en cualquier distribución de Linux como, Debian, Ubuntu, Mint, Centos, etc, siendo en todas las versiones de Linux donde se tiene un soporte completo para su funcionamiento. Pero también puede funcionar en Windows y MacOS, con lo cual se puede convertir a cualquier PC en un servidor de comunicaciones Asterisk totalmente libre.

La configuración de Asterisk puro utilizando solo líneas de comando otorga un máximo control en el sistema, pero a la vez una máxima complejidad de configuración.

A continuación en la tabla 6, se detalla las características, ventajas y desventajas de cada software teniendo en cuenta que son los requerimientos mínimos para que soporte en condiciones iniciales de trabajo el sistema y se determina cuál es el software que se acople a las necesidades del diseño.

Tabla 6. Características, ventajas y desventajas de Software de VoIP.

Características	Trixbox	Asterisknow	Elastix	Asterisk
Hardware				
Sistema Operativo	CENTOS	CENTOS	CENTOS	CENTOS
Plataforma PBX (Basado en PC)	PC	PC	PC	PC
Memoria RAM mínima	256 MB	384 MB	256 MB	512 MB
Tipo de líneas digitales	T1/E1, PRI	T1/E1, PRI	T1/E1, PRI	T1/E1/J1, PRI
Troncales				
¿Define grupos de troncales Vip?	SI	SI	SI	SI
Soporta DID/Caller ID	SI	SI	SI	SI
Administración de Reportes				
La administración	Browser	Browser	Browser	Browser

local del PBX usa browser.				
La administración remota de PBX usa browser.	Browser	Browser	Browser	Browser
¿Posee el reporte detallado de llamadas?	SI	NO	SI	SI
¿Trabaja con una base de datos interna o externa?	Interna	Interna	Interna	Interna
IVR/MENÚ				
¿Se puede crear menús personalizados?	SI	SI	SI	SI
¿Se puede acceder al menú usando DTMF/VOZ?	SI	SI	SI	SI
¿Puede interrumpir el operador en cualquier momento?	SI	SI	SI	SI
Correo de voz				
Está incluido en el paquete PBX Básico	SI	SI	SI	SI
Requiere hardware externo	NO	NO	NO	NO
¿Se puede acceder al correo de voz desde el exterior del PBX?	SI	SI	SI	SI
¿Se puede responder el correo de voz desde el teléfono?	SI	SI	SI	SI
Ventajas	Mucho tiempo en el mercado.	Ligero.	Sistema todo en uno. Amplia comunidad de apoyo.	Tienes total control, puedes hacer lo que quieras y actualizar en cualquier momento.

	La versión pro te permite administrar tu PBX desde la nube.	Apoyado por Digium.	Soporte incluido para señalizaciones de América Latina.	Al compilar, tu conmutador se ajustará a la arquitectura de tu PC, y puedes elegir los módulos que quieres compilar y cuáles no.
Desventajas	Sus componentes son muy viejos.	Todos los extras deben ser instalados a mano.	Instala muchos componentes por default, los quieras usar o no.	Tienes que hacer todo a mano.
	Sin soporte para el mercado de América Latina.		Interfaz muy lenta pesada.	Programar por línea no es tan natural para todas las personas.
	Poco desarrollo a la plataforma.		Componentes desactualizados y con errores.	Toma mayor tiempo de implementación

Fuente: Tomado de (Carrillo & López, 2011)

Se observa en la tabla que todos los softwares son muy parecidos con ligeros cambios en sus características, cada uno se podría aplicar dependiendo de la necesidad de cada empresa.

Una de las características que llama la atención es que todos los programas que se ha mencionado están basados en Asterisk como punto de partida y adecuados a cada uno de sus necesidades por separado.

Con el conocimiento previo de que existe un administrador de red en el Hospital de Ibarra - IESS, y que tiene los conocimientos necesarios de programación, el software elegido para el diseño del sistema de VoIP es Asterisk.

Asterisk permite configurar nuestro sistema de VoIP desde sus inicios, acoplándose a las necesidades propias del hospital IESS – IBARRA Rgnal.8. El uso de comandos en Asterisk,

aunque reste un poco de tiempo en relación a otros softwares, nos permite configurar línea por línea la central telefónica, teniendo de esta manera el control total del sistema.

Además, en consulta con el Administrador de la red supo mencionar que en base a los cambios informáticos que está realizando la institución a nivel nacional, en un futuro se unirán todas las dependencias del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social a nivel nacional en un solo sistema de comunicación y es Asterisk una de las principales herramientas que usarán.

2.11 Servidor asterisk

Asterisk es un software muy completo que proporciona características de una central telefónica PBX el cual puede administrar cualquier tipo de comunicaciones sean estas analógicas, digitales o VoIP. Asterisk es una aplicación basada en Software Libre bajo licencia GPL, otorgando así ventajas al momento de desarrollar sistemas de comunicación acordes a las necesidades que cada empresa las requiera, además está diseñado para las diversas plataformas de sistemas operativos como son BSD, Mac OS X, Solaris y Microsoft Windows pero al ser creado para Linux es donde mejor se desarrolla.

Asterisk posee funcionalidades de comunicaciones como son correo de voz, colas de llamadas, audio respuesta, música en espera, creación de extensiones, siendo alguna de estas aplicaciones propias de software privados lo que tenía un gran costo para las empresas, así, Asterisk brinda estas ventajas de forma libre, además de poder desarrollar funciones extras mediante su propio lenguaje de Asterisk o módulos en C o en otros lenguajes.

Los protocolos que reconoce Asterisk son SIP, H.323 y IAX permitiendo la interconexión de telefonía analógica o digital y funciones no solo de VoIP sino también de video, haciendo esta combinación de aplicaciones de Asterisk una poderosa herramienta de aplicación y desarrollo flexible para las empresas.

Para la conexión de teléfonos analógicos es necesario de tarjetas telefónicas electrónicas FXS o FXO fabricada por diferentes proveedores, ya que un módem no es suficiente para la conexión de un servidor a una línea externa.

2.11.2 Tarjetas telefónicas

2.11.2.1 Tarjeta telefónica FXS

Este tipo de tarjetas son las encargadas de simular el comportamiento normal de una línea telefónica en nuestra central PBX, con sus respectivas características como son voltaje, corriente, etc., siendo estas las salidas de la extensión.

2.11.2.2 Tarjeta telefónica FXO

Son las entradas de las troncales en nuestra central PBX. Las tarjetas FXO reciben tono de marcado como los teléfonos análogos, pero para realizar esta actividad necesita de una línea FXS la cual le provee de un tono para que pueda funcionar.

2.11.2.3 Arquitectura de asterisk

La arquitectura de asterisk como se muestra en la figura 13 se basa en un sistema modular que depende de un núcleo, pero a su vez este cuenta con cuatro componentes o APIs (Application Programming Interface) que son el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una carpeta de abstracción

Con este sistema Asterisk no se preocupa por detalles del tipo de llamada entrante, o que códec está utilizando.

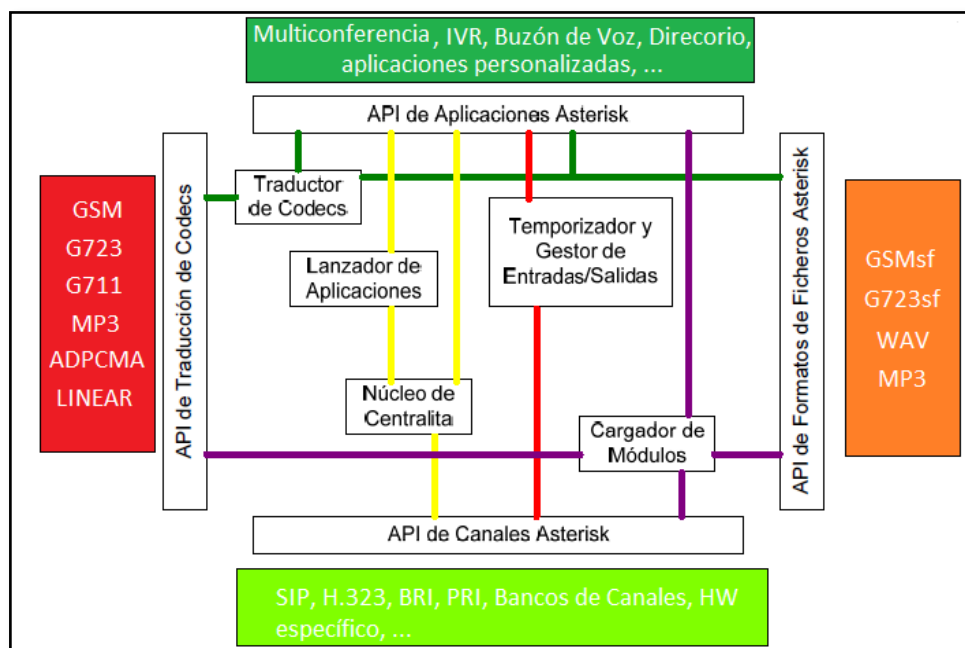


Figura 13. Arquitectura de asterisk
Fuente: Adaptado de (Gonçalves , 2007)

Cada APIs tiene su función específica los cuales detallaremos a continuación.

- Canales Asterisk: Maneja los tipos de conexión sean estas SIP, H.323, RDSI, por donde el usuario llega.
- Aplicaciones Asterisk: Los módulos de tareas cumplen varias funciones sean estas de buzónes de voz, lista de directorios, multiconferencias, etc.
- Traducción de Codecs: Carga módulos, codecs y así apoyar distintos tipos de audio, y así codificar y decodificar los distintos tipos de formatos como son G711, G729, GSM.
- Formato de Ficheros Asterisk: Maneja la lectura y escritura de varios formatos de archivos para almacenaje de datos en el sistema de archivos.

Es así que la combinación de todas las APIs hace que Asterisk sea completo tanto para funciones básicas como para diferentes aplicaciones o requerimientos extras que necesite una empresa.

2.11.3 Protocolo IAXv2

Es un protocolo de señalización de redes de VoIP como lo es SIP y H.323, pero IAX es creado por Asterisk. Lo nuevo de IAX en comparación con sus similares es que no utiliza el mecanismo de paquetización RTP, sino que IAX desarrolló su propio sistema de empaquetamiento de voz codificado.

Las ventajas que IAX presenta con respecto a sus similares es que consume menor ancho de banda, soluciona de una mejor manera los problemas de NAT y permite un tránsito casi invisible a través de los firewalls.

Lo que hace que IAX utilice menor ancho de banda es su protocolo binario haciendo que se desperdicien menos bytes a comparación con su similar SIP que es un protocolo basado en texto. Además, maneja todas sus funciones como voz y señalización multiplexándolas por el mismo puerto que es UDP, lo que hace que sea casi transparente para los firewalls.

2.11.3.1 Fases de llamada IAX2

Antes de establecer una llamada tendrán que cumplirse diversos pasos o fases para poder comunicarse.

- Establecimiento de la llamada: El terminal A enviará una solicitud de comunicación a una terminal B el cual deberá contestar si acepta la conexión. Aceptada la conexión el terminal A responde con ACK empezando una negociación entre los terminales y empezarán su comunicación hasta establecerla.
- Llamada en curso: Una vez establecida la comunicación empezarán a cruzar información de audio a través de frames o tramas.

- Colgado: Cualquiera de los dos terminales puede terminar la llamada enviado un hangup y teniendo como una respuesta un ACK.

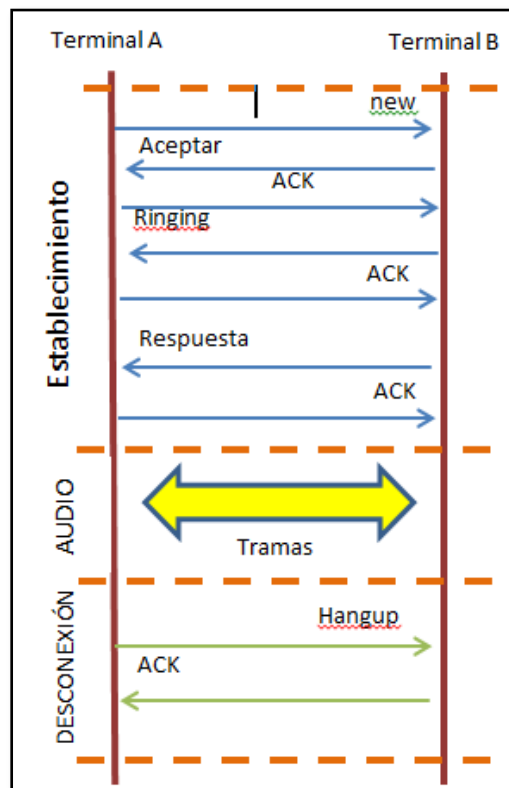


Figura 14. Comunicación IAX

Fuente: Tomado de (VoipForo, s.f.)

2.11.3.2 Frames IAX2

IAX2 tiene dos tipos de frames las cuales son Full (F) y mini (M).

Frame full es la encargada de sincronizar y mantener sincronizada a los dos puntos o terminales y son enviadas de vez en cuando, mientras que la frame mini es ligera, consta de 4 bytes ahorrando así el ancho de banda.

2.12 Video vigilancia IP

La video vigilancia IP es la combinación de lo que es conocido como un circuito cerrado de televisión (CCTV) teniendo este un funcionamiento analógico, con las ventajas actuales de las redes digitales IP, permitiéndonos tener una supervisión local o remota de nuestras

áreas de vigilancia, incrementar nuestras áreas de vigilancia, centralizar nuestras operaciones de seguridad para de esta manera poder reaccionar de forma instantánea ante sucesos que podamos presenciar.

El funcionamiento actual de la video vigilancia IP y los constantes avances que ha venido desarrollando permite actualmente tener una buena resolución de video, la activación de grabación con sensores de movimiento o en horas determinadas. Además, los sistemas de compresión de video evitan el excesivo consumo de ancho de banda al igual que ahorra espacio al momento de almacenamiento y la adaptabilidad con el cableado estructurado existente evitando un nuevo cableado han hecho de este sistema el adecuado para vigilancia.

2.12.2 Componentes de vigilancia IP

2.12.2.1 Cámara IP

Las cámaras IP pueden ser fijas o móviles, conectadas de forma inalámbrica o por medio de cable UTP, almacenando la información en una NVR o en servidores de video de red. También se les puede incorporar a las cámaras entrada y salida de audio.

Las características a tomar en cuenta para una cámara de video Ip son:

- Zoom óptico: permite acercamiento de objetos sin pérdida de calidad de imagen.
- Zoom Digital: ampliación y acercamiento de objetos, pero con pérdida de la calidad de imagen.
- Megapixel: Calidad de imagen muy superior a comparación de cámaras analógicas o VGA.
- Conector de Entrada/Salida: Detalle a tener muy en cuenta en el caso de conectar dispositivos extras a la cámara como micrófonos, sirenas, detectores de humo o de movimiento, etc.
- Barrido Progresivo: nitidez y claridad para imágenes en movimiento.

2.12.2.2 Grabadores de Video

Son los dispositivos donde se almacenará la información de las grabaciones de las cámaras. Grabadora de Video de Red / Sistema de Gestión de Video (NVR/VMS): son los elementos que nos permiten visualizar tanto de forma local dentro de nuestra red como de forma remota por medio de internet. Pueden ser hardware y software o solo software instalado en un hardware por ejemplo un servidor.

2.12.2.3 Software de análisis de Video

Son softwares que le permite al usuario configurar dependiendo del requerimiento que se necesite, convirtiendo al sistema de videovigilancia en algo más de la seguridad física y normal, llevándola a una inteligencia artificial donde se podrá determinar cuándo grabar, optimización de almacenamiento y ancho de banda, etc.

2.12.2.4 Dispositivos de Visualización

Los más comunes son los monitores o pantallas, aunque dado la evolución tecnológica se puede visualizar en pantallas de televisión o desde sus teléfonos inteligentes.

2.12.2.5 PoE

La utilización del mismo cable Ethernet por donde se puede enviar datos y corriente eléctrica facilita enormemente la instalación de este tipo de dispositivos ya que normalmente en los sitios donde se ubican las cámaras no cuenta con dispositivos de alimentación eléctrica.

2.13 Calidad de servicio (QoS)

Al realizar una implementación de varios servicios en red, una de los principales inconvenientes a tener en cuenta es la calidad de servicio (QoS), ya que se debe garantizar

que el tráfico que cruce por la red especialmente de voz no sufra retardos o pérdidas en su trayecto por el medio de transmisión.

2.13.2 Definición de calidad de servicio

Hace referencia “Al mecanismo que permite diferenciar y priorizar el tráfico para garantizar un nivel de servicio adecuado a cada tipo de aplicación que circula por la red, mejorando su desempeño y utilización” (Zambrano & Quiroga, 2013).

2.13.2.1 Parámetros de calidad de servicio

En una red, por la cual cursa diferentes tipos de aplicaciones debe tener un manejo de prioridades, diferenciando los tipos de requerimientos que cada una de las aplicaciones requiera. Estos requisitos expresan diferentes parámetros los cuales están relacionados con la calidad de servicio.

- Disponibilidad: es el valor porcentual que garantiza el proveedor el funcionamiento de la red de datos.
- Throughput: determina la velocidad a la cual debe ser transportado el tráfico de una aplicación a través de la red, siendo esta medida en bps.
- Latencia: es la suma de retrasos que una aplicación puede tolerar durante la transmisión y recepción de un paquete medida en segundos.
- Jitter: es una variabilidad temporal de la latencia durante la transmisión y recepción, el medio de transmisión, medida en segundos.
- Pérdida de paquetes: es el valor porcentual de pérdida de datos.

2.13.3 Ip precedence / dscp

Son modelos de servicio que brinda QoS pertenecientes al grupo de Servicios Diferenciados. Se encargan de dar un tipo de prioridad o de reparto a la información basándose en clases de QoS, cuales métodos son IP Precedence y DSCP.

2.13.3.1 IP precedence

IP precedence, permite especificar la clase de servicio (CoS) para un paquete, usando los bits de precedencia del campo ToS de la cabecera del paquete IPv4, con esto es posible definir hasta seis clases de servicio (González, 2006). En la figura 15 se muestra la implementación de este servicio se utiliza los tres primeros bits de precedencia en el header de IPv4.

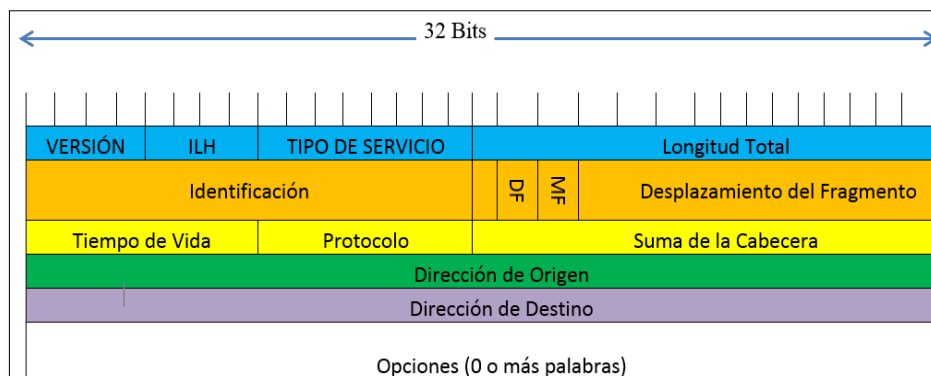


Figura 15. Cabecera IPv4
Fuente: (Web, s.f.)

El campo de tipo de servicio está dividido en 8 bits y es en donde se puede dar prioridad al tránsito de la red. Los tres primeros bits dan la precedencia o prioridad a los mensajes como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Campos de tipo de servicio ToS

Número de Prioridad	Nombre	Desglose de Bits
0	Rutina	Prioridad
1	Prioritario	
2	Inmediato	
3	Relámpago	Retardo

4	Invalidación Relámpago	Caudal
5	Llamada crítica y emergencia	Fiabilidad
6	Internet	No Usados
7	Control de red	

Fuente: (González, 2006)

2.13.3.2 DSCP

DSCP es otro método de brindar prioridad a nuestros mensajes utilizando de igual manera la cabecera IPv4. Hace referencia al segundo byte en la cabecera de los paquetes IP que se utiliza para diferenciar la calidad en la comunicación que quieren los datos que se transportan.

Originalmente se definió este byte para un uso con otro formato: ToS (type of service = tipo de servicio) pero con el mismo objetivo de diferenciar el tráfico. bit 0 a 5 DSCP bit 6 y 7 sin uso.

2.14 Administración con software libre

En términos de software libre en general, el software libre es aquel que permite al usuario su libre ejecución, estudio, modificación, copia y distribución, siendo definidas en 4 libertades esenciales:

1. La libertad de ejecutar el programa como se desea, con cualquier propósito (libertad 0).
2. La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
3. La libertad de redistribuir copias para ayudar a su prójimo (libertad 2).
4. La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (libertad 3).

Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello. (Gerber, 2014)

Con estas 4 libertades hace que la administración con software libre se adapte a las necesidades que uno requiera.

La administración de software libre basada en VoIP es capaz de proporcionar todas las funcionalidades y beneficios de una central telefónica (PBX). Por lo descrito anteriormente, brinda la posibilidad de conectar un cierto número de teléfonos para realizar llamadas entre sí y poder conectar a un proveedor de VoIP PSTN. Así también, se puede conectar a proveedores PSTN de telefonía digital y analógica usando hardware especializado, esto es tarjetas telefónicas FXO/FXS, ISDN pri/bri, entre otras. (Godoy, 2015)

Con la administración de software libre es más fácil instalar y configurar una central telefónica aprovechando todos los recursos sobre el computador que esté instalando, además una PBX Ip se puede administrar con una interfaz de configuración basada en web o una GUI, permitiéndole un fácil mantenimiento y un ajuste fino de la central telefónica. (<https://www.3cx.es>, s.f.)

3 CAPITULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Por su naturaleza, los hospitales operan en un entorno donde los trabajadores, pacientes, visitantes y público en general transitan a través de los activos de información y áreas operativas. Para brindar la cartera de servicios médicos los hospitales se ven enfrentados cada vez a problemas más complejos, en el ámbito de la tecnología y la comunicación, cuya solución no debe depender únicamente de la adopción de medidas momentáneas sino de una correcta planificación con políticas preventivas y previsiones futuras para lograr resultados eficaces, es por esto que en el presente capítulo se realiza un estudio de la infraestructura de red actual de la institución con la finalidad de identificar falencias y realizar una planificación adecuada en el diseño de la nueva red.

3.1 Hospital De Ibarra Nivel II Del Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social Regional

El 27 de septiembre de 1997 fue la fecha que el Hospital de Ibarra del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8 abrió sus puertas para la región norte del país. Actualmente el hospital es uno de las principales unidades médicas de la región, lo cual ha hecho que poco a poco vaya adecuándose a nuevos requerimientos y servicios. Inicialmente el Hospital de Ibarra del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8 inició su atención con consulta externa, salas de operaciones, un piso donde se encuentra la parte administrativa y con un solo piso para hospitalización.

Pero los tiempos han cambiado, en la actualidad están habilitados todos sus 7 pisos para hospitalización y se ha aumentado el personal, así como la creación de nuevos departamentos.

3.1.1 Misión

Proteger al asegurado en las contingencias de enfermedad y maternidad, con políticas, normas, reglamentos, a través de procesos de aseguramiento, compra de servicios médico-asistenciales y entrega de prestaciones de salud con calidad, oportunidad, solidaridad, eficiencia, eficacia, subsidiaridad, universalidad, equidad, suficiencia, sostenibilidad, integración, transparencia y participación. (IESS, s.f.)

3.1.2 Visión

Ser la organización de aseguramiento en salud preferida por las familias ecuatorianas que garantice el derecho a servicios integrales de salud oportunos, eficientes y sustentables, durante toda la vida de los asegurados, bajo los principios de solidaridad y equidad. (IESS, s.f.)

3.1.3 Instalaciones de la institución

Las instalaciones de la institución en su planificación inicial no fueron considerados criterios para una infraestructura de red de datos y espacios adecuados para equipos de telecomunicaciones, ya que en la época no se priorizaba el uso de normativas y de igual manera no se contaba con la tecnología disponible actualmente. La información expuesta fue recabada durante el periodo de prácticas pre profesionales que se realizó en esta institución.

3.1.4 Áreas de Trabajo

A continuación, se realiza una descripción de las áreas de trabajo de los diferentes pisos del hospital. En la figura 16 se muestra la planta baja donde se encuentran áreas como consultorios, farmacia, laboratorio, estadística, etc.

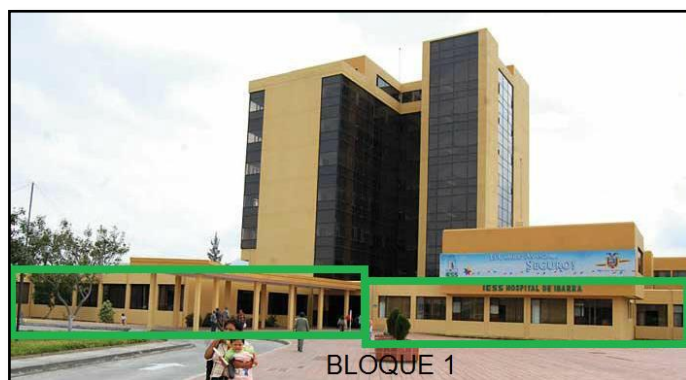


Figura 16. Bloque 1 del Hospital de Ibarra - IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

En el bloque 1, existen diferentes áreas de trabajo las cuales se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8. Área de trabajo y dependencias de planta baja – bloque 1.

Áreas de trabajo	Dependencias
Área de trabajo 1	Consultorios de 1 – 4
Área de trabajo 2	Consultorios de 5 – 9
Área de trabajo 3	Consultorios de 10 – 17
Área de trabajo 4	Consultorios de 18 – 25
Área de trabajo 5	Consultorios de 26 – 32
Área de trabajo 6	Consultorios de 33 – 40
Área de trabajo 7	Consultorios de 41 – 46
Área de trabajo 8	Farmacia
Área de trabajo 9	Rayos X
Área de trabajo 10	Laboratorio
Área de trabajo 11	Emergencia
Área de trabajo 12	Fisiatría
Área de trabajo 13	Bodega
Área de trabajo 14	Lavandería

Área de trabajo 15	Cocina
Área de trabajo 16	Quirófano
Área de trabajo 17	Terapia Intensiva
Área de trabajo 18	Anatomía Patológica (morgue)
Área de trabajo 19	Información
Área de trabajo 20	Estadística
Área de trabajo 21	Curaciones

Fuente: Adaptado de los planos del (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

En el primer piso del Hospital se encuentra dos áreas, la primera es el área administrativa donde figura la dirección general y médica, así como tesorería, facturación, informática y como segunda área en este piso se encuentra ubicado Neonatología y Centro Obstétrico que corresponde al bloque que se puede ver en la siguiente figura 17.



Figura 17. Primer piso – bloque 2 del Hospital de Ibarra - IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

En la tabla 9, se muestra las áreas de trabajo y dependencias:

Tabla 9. Área de trabajo y dependencias del Primer piso – bloque 2 del Hospital de Ibarra - IESS

Dirección administrativa

	Dirección Médica
	Dirección de diagnóstico y tratamiento
Primer piso bloque 2	Dirección técnica de Hospitalización y Ambulatorio
	Jefatura financiera
	Jefatura de enfermería
	Unidad de talento humano
	Unidad de compras públicas
	Unidad de activos fijos
	Unidad de asesoría jurídica
	Unidad de tecnologías de la información y comunicación.
	Auditorio

Fuente: Adaptado de los planos del (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

En la siguiente figura se puede observar del piso dos al piso siete lo que corresponde al (bloque 3), la distribución de áreas es similar puesto que se encuentran las habitaciones, estación de enfermería, residencia, curaciones, terapias y el rack.



Figura 18. Bloque 3 Hospital de Ibarra – IESS

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

En la siguiente tabla se muestra la división por áreas de trabajo actuales y sus respectivos puntos de re que se determinaron con las inspecciones técnicas realizadas en el hospital.

Tabla 10 Área de trabajo y dependencias del segundo al séptimo piso - bloque 3 del Hospital de Ibarra – IESS.

Áreas de Trabajo	Total, de puntos de red
Área de trabajo 5	3 punto simples
Área de trabajo 6	No existe
Área de Trabajo 7	3 punto simples de red
Área de Trabajo 8	No existe
Área de Trabajo 9	3 punto simples de red
Área de Trabajo 10	No existe
Área de Trabajo 11	3 puntos simples
Área de trabajo 12	No existe
Área de trabajo 13	3 puntos simples
Área de trabajo 14	No existe
Área de trabajo 15	3 puntos simples
Área de trabajo 16	5 puntos dobles y 1 punto simple
TOTAL:	29 puntos

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

3.3 Estado actual de la red de datos

3.3.1 Infraestructura actual de cableado estructurado

El Hospital de Ibarra Nivel II del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8, cuenta con una infraestructura de cableado propia, utiliza como medio de transmisión cable UTP categoría 5e y 6 tanto para el cableado horizontal como para el de backbone. Su proveedor de internet es la empresa CNT E.P., la cual llega hasta las instalaciones del hospital con un enlace de fibra óptica y con un ancho de banda dedicado de 8 megas. La infraestructura actual presenta varias deficiencias incumpliendo normas básicas en su instalación.

La falta de una planificación adecuada algunos de sus puntos de red se encuentran desprotegidos o mal instalados, no cuentan con un etiquetamiento adecuado o es inexistente, además que el constante cambio o creación de áreas de trabajo han hecho que algunos de los puntos de red se encuentren perdidos, colgados o sin ninguna función incumpliendo así diversas normas y estándares de un sistema de cableado estructurado.

La red está diseñada básicamente solo para la transmisión de datos, por lo cual al momento de diseñar la red no tomaron en cuenta la implementación de puntos para voz, razón por la cual para la implementación de un sistema de Voz sobre IP es necesarios un rediseño básico de la red, tomando en cuenta incrementar los puntos de voz para cada estación de trabajo o donde sea de necesidad para la institución.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la ubicación del cuarto de telecomunicaciones y el cómo está constituido, aunque actualmente ya cuenta con un sistema de ventilación adecuado, el espacio físico no se presta para una mayor expansión y una adecuada organización de los equipos.

A continuación, se detalla cada subsistema que conforma la infraestructura de cableado actual, acotando las falencias detectadas en la inspección realizada.

3.1.4.2 Cableado Horizontal

El cableado horizontal incumple con las normas especificadas en los estándares ANSI/EIA/TIA 568-C y ANSI/EIA/TIA 569-B, la mayoría de los recorridos horizontales pasan por el cielo raso en cada piso y nuevos recorridos que han sido incorporados pasan por el piso; en ambos casos se ha obviado el uso de protecciones mínimas en muchas de las secciones del cableado, además muchos de estos cables presentan torceduras y no se cumple con el radio de curvatura especificado en la norma. Algunos incumplimientos, deterioros y deficiencias se muestran en la figura 19.

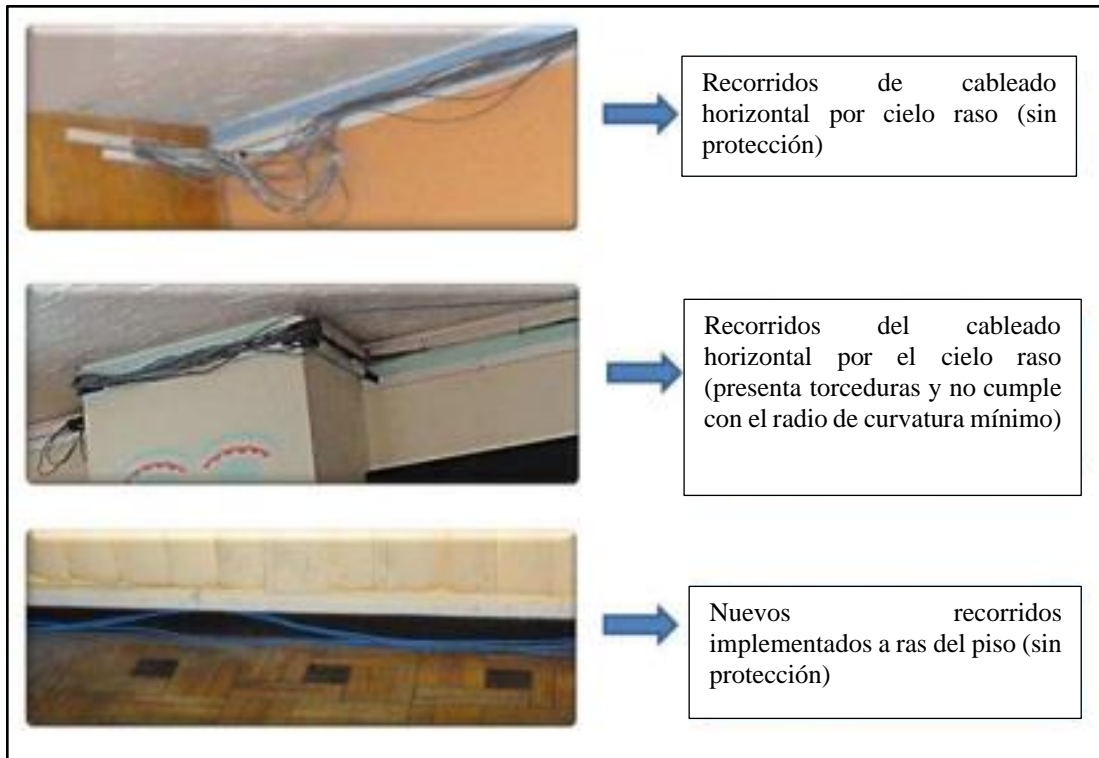


Figura 19. Recorridos del cableado horizontal
Fuente: (Hospital de Ibarra - IEES, 2019)

3.1.4.3 Cableado Vertical

De igual forma para el cableado vertical del edificio no se tomaron en cuenta parámetros adecuados en su instalación; en la figura 20 se puede apreciar que este no utiliza ninguna clase de ductería en su recorrido.



Figura 20. Recorridos del cableado vertical
Fuente: (Hospital de Ibarra - IEES, 2019)

3.1.4.1 Puntos de Red

La infraestructura actual cuenta con 205 puntos de red distribuidos de acuerdo a la tabla 11, a continuación, se detalla los puntos que están siendo utilizados al igual que el tipo de cable UTP que están conectados.

Tabla 11. Distribución de puntos de red del Hospital de Ibarra – IESS

Piso	Puntos Utilizados 5e	Puntos Utilizados 6	Total
Planta baja	15	134	149
Primer piso	3	28	31
Segundo piso	2	2	4
Tercer piso	2	3	5
Cuarto piso	2	3	5
Quinto piso	2	3	5
Sexto piso	1	3	4
Mantenimiento	0	2	2
	TOTAL		205

El levantamiento de esta información dio también como resultado el saber donde se encuentran muchos de los puntos de categoría 5e los cuales al ser removidos o reemplazados por los de categoría 6 fueron algunos reubicados sin que exista ninguna información de los mismo sin saber hacia dónde fueron, además de no contar con ningún tipo de etiquetamiento. Otros puntos están ubicados en el mismo lugar, pero sin darle ningún tipo de utilización creando al mismo tiempo molestias y provocando desorden en las estaciones de trabajo ya que muchos de ellos están al descubierto o mal instalados sin cumplir ningún tipo de norma o estándar. De igual manera, el constante crecimiento de usuarios de red ha obligado a implementar soluciones inadecuadas para dar servicio a los trabajadores que laboran actualmente en las instalaciones del edificio del Hospital.

3.1.4.2 Cuartos de telecomunicaciones, cuarto de equipos y acometida

En el diseño original del Hospital no fueron contemplados espacios destinados formalmente para desempeñar estas funciones. El único lugar actualmente destinado para este cometido es el Data Center (Figura 21) ubicado en el primer piso, el cual es un espacio que comparten los servidores de la Institución, equipos activos y acometidas de servicios para conexión a la telefonía y enlace a Internet. Aquí se incumplen lineamientos de iluminación, temperatura, además de que no existe una correcta organización de cableado.

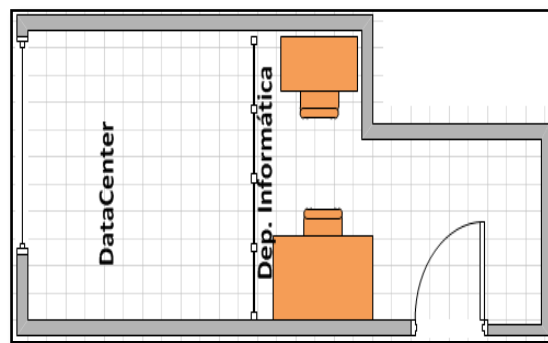


Figura 21. Estado Actual del departamento de informática
Fuente: Diseño del proyecto

Tabla 12. Equipos del Cuarto de Telecomunicaciones

Equipos	Cantidad
Rack 48u	1
Router Empresa Preiser S.A. Fibra de Última Milla	1
Router CNT E.P. Backup	1
Switch	3
Patch Panel	4
Sistema de Enfriamiento	1
Pc's Servidores	2
Arregladores	2

Fuente: Diseño del proyecto y adaptado

3.1.4.3 Distribución de Equipos

En la figura 22, se muestra de una manera informativa la distribución de equipos que indica donde se encuentran ubicados en el Hospital de Ibarra – IESS.

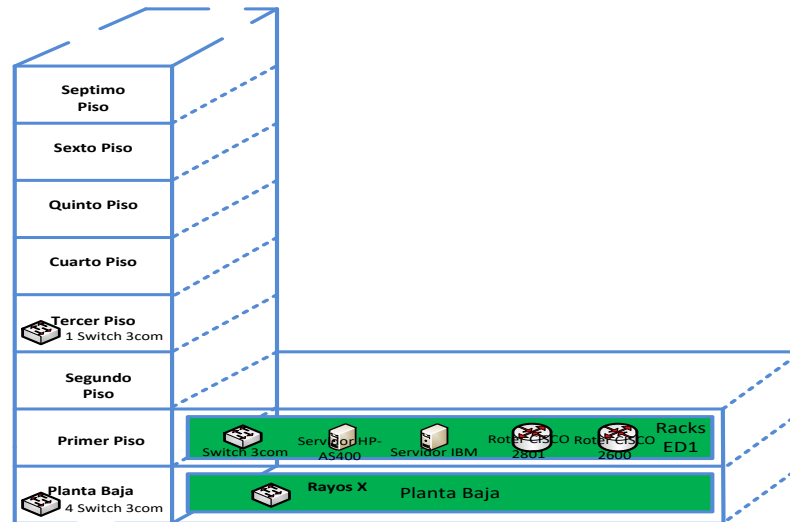


Figura 22. Distribución informativa de Equipos del Hospital de Ibarra – IESS.
Fuente: Diseño del proyecto.

En el rack ED1 como se observa en la figura 23 se encuentra el data center del hospital ubicado en el primer piso brindando conexión a toda el área administrativa y médica y llevando la conexión de datos a otros racks que se encuentran ubicados en otras áreas y pisos. Existe un desorden en las conexiones, además no se dispone de un apropiado etiquetado, lo que hace que la detección de fallas que se susciten en la red pasiva se torne más compleja.



Figura 23. Rack ED1 – Rack Principal Ubicado en el cuarto de Telecomunicaciones
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

El Rack ED2 y ED3 como se puede ver en la figura 24 y 25 respectivamente se encuentran ubicados en la planta baja, en el área de rayos X y estadística respectivamente. Desde el rack ED2 ubicado en rayos X se da servicio a laboratorio, bodega, quirófanos, emergencia, rehabilitación. Mientras, que desde el rack ED3 se brinda servicio a la parte de estadística, medicina general, farmacia, medicina preventiva.



*Figura 24. Rack ED2 – Ubicación en el área de Rayos X
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*



*Figura 25. Rack ED3 – Ubicación Estadística
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*

El rack ED4 que se localiza en el tercer piso es el núcleo de conexión para los pisos 2,3,4,5,6 y 7 del hospital. Conforme lo muestra la figura 26.



Figura 26. Rack ED4 – Ubicación Estadística
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

3.1.4.4 Estado actual de la red activa

- *Topología actual de la red y Equipos de Conmutación*

Los equipos que conforman la red activa en el edificio del Hospital presentan una topología estrella, dando tres niveles de servicio como son de core, distribución y acceso como se indica en la figura 27.

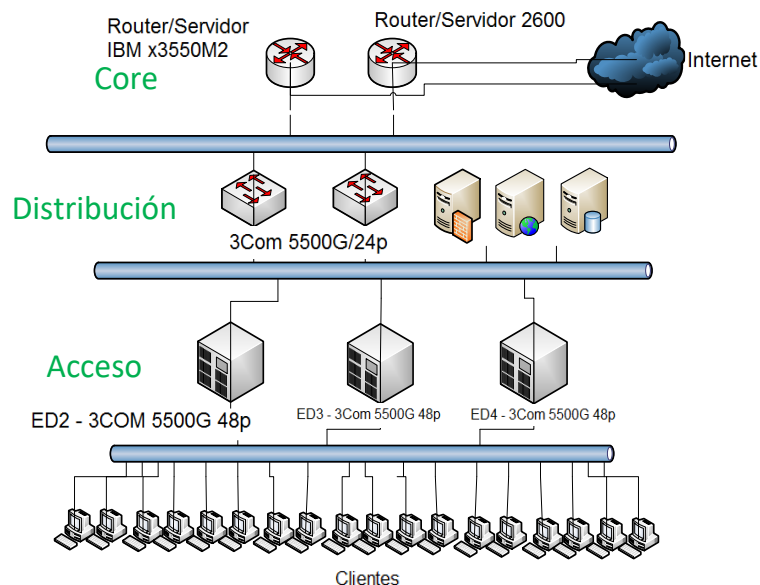


Figura 27. Topología Física de dispositivos de red del Hospital de Ibarra - IESS

El segmento de core está conformado por dos routers. Cisco 2600 e IBM x3550M2 los cuales están ubicados en el cuarto de telecomunicaciones en el primer piso conectándose al

proveedor de internet y brindando comunicación al área de distribución la cual se encuentra conformada por dos switch 3com 5500G, los cuales a su vez dan servicio a los equipos de acceso los cuales están conformados por varios switch igualmente de marca 3com 5500G, ubicados cada uno de ellos en sus respectivos racks.

- *Servidores*

El sistema de equipos de red está compuesto por dos servidores, detallando sus características a continuación en la tabla 13:

Tabla 13. Servidores del Hospital de Ibarra - IESS

Servidor	Procesador	RAM	Disco duro	S.O	Tarjeta de Red
IBM System x3550	Intel Xeon 5500	8GB	3TB	Red Hat	1 Gb
HP Proliant Microserver	AMD Athlon 1.3 GHz	8 GB	8TB Max.	OS400	1 GB

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

El servidor IBM está basado en el sistema operativo Red Hat brindando el servicio de firewall interno del hospital además de servicio de DNS. De igual manera, el servidor HP Proliant contiene el sistema AS400 el cual es el software que todas las instituciones del IESS a nivel nacional manejan, en este sistema operan servicios o aplicaciones como citas médicas, historias de los pacientes, además de poder ingresar información inmediata de pacientes que se encuentran en hospitalización dejando de lado las historias manuales u hojas que se utilizaban anteriormente. Este sistema maneja su propio software OS400.

- *Routers*

El Hospital de Ibarra - IESS cuenta de dos routers de borde. El router cisco 2600 está conectado al proveedor de servicios de internet Preiser SA, siendo esta la empresa que da servicio de internet a todas las instituciones del IESS a nivel nacional. Y el router IBM x3550M2 el cual lo tienen de backup teniendo como proveedor a CNT E.P.

- *Switch*

El Hospital de Ibarra - IESS cuenta con dos tipos de switch. Los switch 3COM 5500G son la mayor parte de ellos y cuentan además con switch D-Link. A continuación, detallaremos la ocupación y ubicación de los mismos.

Tabla 14. Distribución de los switch del hospital de Ibarra - IESS

Ubicación	Piso	Rack	Num. de Switch
Cuarto de Telecomunicaciones	1	RCC1	3
Rayos X	PB	RCC3	1
Estadística	PB	RCC2	2
Hospitalización	3	RCC4	1

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

Las características principales del switch 3COM 5500G son:

- Switch de capa 3: puede manejar ruteo, QoS, son apilables.
- Puertos de Conexión de fibra Óptica redundantes.
- Puertos Gigabit Ethernet
- Control de flujo, soporta DHCP, Redes Virtuales de Área Local
- Soporta Boise VLAN's
- Provee Power over Ethernet.

3.1.4.5 Estaciones de trabajo

El Hospital de Ibarra - IESS cuenta con 205 equipos distribuidos en diferentes áreas de trabajo del hospital, los cuales tienen las siguientes características. La mayoría de puntos de red en las áreas de trabajo no presenta un correcto etiquetado como se muestra en la figura 28, además no todos los patch cord utilizados han sido debidamente comprobados.



Figura 28. Puntos de red y patch cord sin etiquetado
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

Los equipos de las estaciones de trabajo son de marca HP, se encuentran distribuidas tanto en las áreas administrativas como médicas, es decir donde se necesita una mayor velocidad de procesamiento de información dejando relegados a los equipos IBM a un segundo plano, pasando estos a realizar trabajos en áreas donde solo se realiza trabajos muy básicos como redacción de oficios o inventarios muy pequeños además de no estar conectados a la red LAN del hospital.

Tabla 15. Características de los Equipos de las Estaciones de Trabajo

Modelo	Procesador	Disco duro	Memoria ram	Interfaz
HP	Core 2 Duo 2.93 GHZ	320 GB	2 GB	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
IBM	P4 HT 2.52 GHZ	80 GB	512Mb	Fast Ethernet 10/100

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

3.1.4.6 Topología lógica

La topología lógica de la red del Hospital de Ibarra - IESS parte de la IP clase B 172.x.x.x siendo esta utilizada con VLSM para aprovechar de la mejor manera las direcciones IP's.

Para un mayor control y seguridad de la red esta consta de 3 VLAN las cuales están direccionadas a los departamentos del área médica ubicada en la primera planta, la segunda VLAN es para el área administrativa y la tercera para el departamento financiero ubicadas en el segundo piso. En la institución no cuenta con un inventario de los puertos de red que proporcionan este servicio a las estaciones trabajo.

3.1.4.7 Estadísticas de tráfico de red

La red de datos del Hospital no cuenta con ningún sistema de gestión y administración de red, no se realiza un monitoreo continuo de la capacidad de los diferentes componentes de hardware de equipos de red y servidores, así como tampoco se lleva un registro del volumen de tráfico que cursa por las interfaces de red de los principales equipos que forman parte de la misma.

En cuanto al tipo de tráfico que cursa por la red básicamente su mayor parte tiene que ver con el sistema AS400 siendo este el sistema médico con el que trabaja la institución, mientras que el acceso hacia internet es limitado, la mayoría de las áreas pueden ingresar a la página del IESS donde se pueden realizar algunas consultas como consulta de afiliaciones, revisión de aportes, etc. Además, la institución cuenta con su propio correo electrónico, el cual también está permitido acceder.

La red en si presta servicios muy limitados a los usuarios tanto por seguridad como para mejor funcionamiento de la red, pero esta situación no es muy bien vista en el hospital ya que tanto el personal médico como administrativo solicitó que haya una mayor apertura del internet tanto para hacer consultas de patologías como consultas de orden administrativo.

Para poder tener una mejor información sobre el funcionamiento de la red se ha realizado capturas del tráfico cursado en la misma mediante el software Wireshark en la VLAN del área médica, siendo esta la que mayor tráfico cursa por consultas médicas y el departamento de estadística.

Del tráfico cursado por la red principalmente está compuesto por: 2,62% HTTP, 0,05% Telnet, 0,19% Datos, 1,99% ICMP. Observando que en ninguno de los casos supera o alcanza el 3% de la capacidad del canal.

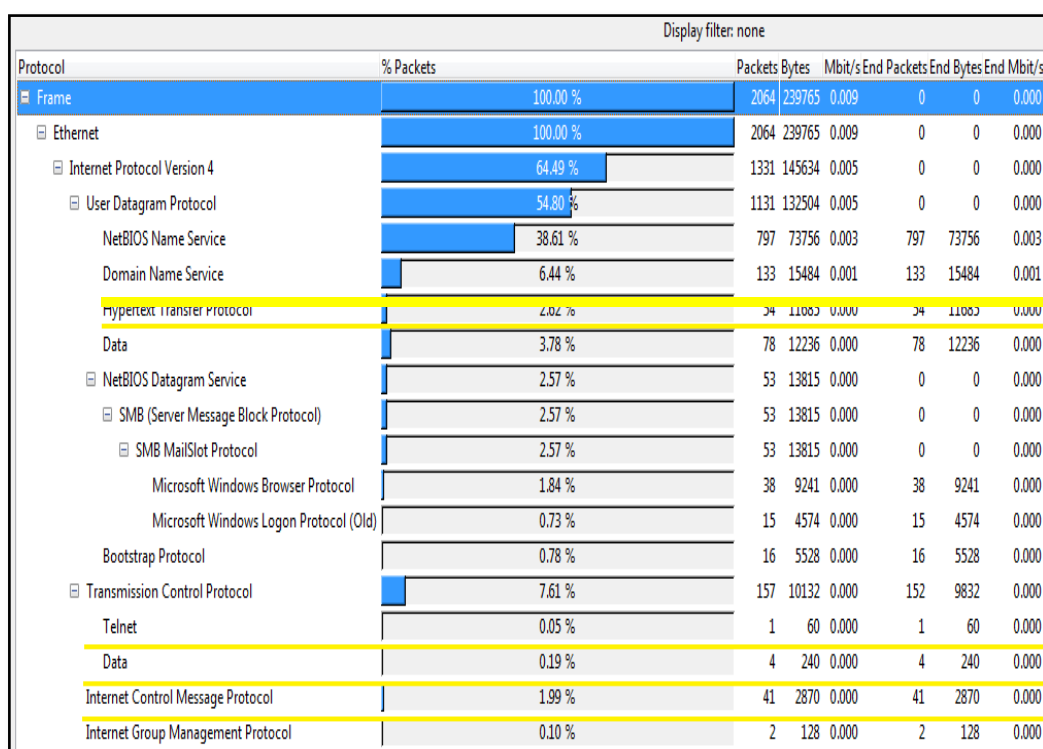


Figura 29. Captura de paquetes con software Wireshark
Fuente: Diseño del proyecto

3.1.4.8 Análisis de requerimientos de puertos de red y velocidad de transmisión

Actualmente algunos de los departamentos del Hospital de Ibarra - IESS no cuentan con equipos que puedan acceder a internet siendo esto una de las quejas puntuales de su personal especialmente por parte del área médica ya que mencionan la necesidad de contar con este tipo de acceso para consultar sobre ciertas enfermedades o estar actualizado sobre diferentes temas.

Teniendo estas peticiones en cuenta se dio paso a que por lo menos una máquina por departamento cuente con acceso a internet por lo cual se tomará en cuenta para el rediseño del dimensionamiento de la red con los diferentes departamentos que se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Estaciones de trabajo que necesitan conexión a internet por departamentos.

Equipos necesarios con Internet	
Departamentos	Número de equipos
Medicina General	6

Cardiología	2
Oftalmología	1
Otorrinolaringología	2
Traumatología	1
Ginecología	1
Odontología	1
Central	1
Signos	0
Curaciones	0
Biólogos	1
Curaciones heridas	0
Medicina preventiva	7
Urología	1
Gastroenterología	1
Medicina interna	1
Nefrocirugía	1
Cirugía vascular	1
Odontología prótesis	0
Endocrinología	1
Nutrición	1
Farmacia	1
Oficina farmacia	1
Estadística	1
Trabajo social / Edu. Salud	1
Jefatura estadística	3
Rehabilitación	0
Bodega	1
Lavandería	0
Cuarto de Máquinas	1
Cocina	0
Ecónomo	0
Lab. Recepción	0
Anatomía Patológica	1
Lab. Emergencia	1
Hematología	1
Rayos X	1
Infecto logia	1
Terapia Intensiva	1
Emergencia	1
Esterilización	0
PBX	1
Dirección	1

Sub Dirección	1
AS400	1
Dep. Jurídico	0
Facturación	3
Informática	1
Personal	0
Tesorería	1
Dep. Financiero	1
Financiero	1
Auditorio	1
Piso 1	1
Piso 2	1
Piso 3	1
Piso 4	1
Piso 5	1
Piso 6	1
Total puntos actuales de red	64 puntos

Fuente: Diseño del proyecto

Con un total de 64 host de los cuales dejaremos solo 1 computador por área que puedan tener acceso a internet, en total serán 44 computadoras las cuales tengan este servicio. Aproximando que un usuario pueda abrir un máximo de 4 páginas web por hora teniendo un peso aproximado de 2500Kb tenemos un throughput calculado en la siguiente ecuación 6:

$$Trpw * usuario = \frac{Kb \text{ Página web}}{\text{página}} * \frac{8bits}{1Byte} * \frac{\text{Número de Páginas}}{\text{En Una hora (3600 seg)}}$$

$$Trpw * usuario = \frac{\text{página}}{\text{página}} * \frac{1Byte}{1Byte} * \frac{\text{3600 seg}}{3600 seg} = 22,22 \text{ Kbps}$$

Ecuación 6. Cálculo throughput

Teniendo un througput de usuario de 22,22Kbps, podemos calcular el througput total en la siguiente ecuación 7:

$$Trpwebtotal = Througput \text{ de usuario} * \text{número total de usuarios}$$

$$Trpwebtotal = Througput \text{ total}$$

$$Trpwebtotal = 22,22 \text{ Kbps} * 44 \text{ usuarios} = 977.68 \text{ Kbps}$$

Ecuación 7. Cálculo throughput total

Teniendo un throughput total de 977.68Kbps.

Conociendo que la institución tiene su servicio de correo electrónico institucional y tomando en cuenta que un usuario pueda leer 4 correos electrónicos por hora con un peso aproximado de 102kb podemos encontrar la tasa promedio (Carrillo & López, 2011), la cual se muestra e la ecuación 8 y el throughput de email total en la ecuación 9 respectivamente:

$$Trpmail * usuario = \frac{Kbps \text{ correo}}{\text{correo}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{\text{Número de correos}}{1 \text{ Hora (3600 seg)}}$$

$$Trpmail * usuario = \frac{102 \text{ Kbps}}{\text{correo}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{4 \text{ correos}}{3600 \text{ seg}} = 0,90 \text{ Kbps}$$

Ecuación 8. Cálculo throughput por usuario

$$Trpmailtotal = \text{throughput usuarios email} * \text{Número total de usuarios}$$

$$Trpmailtotal = 0,90 \text{ Kbps} * 44 \text{ usuarios} = 39,89 \text{ Kbps}$$

Ecuación 9. Throughput total

Con estos resultados podemos calcular el throughput que nuestro proveedor de internet nos debe brindar:

$$Trpisp = Trpwebtotal + Trpmailtotal$$

$$Trpisp = 977,68 \text{ Kbps} + 39.89 \text{ Kbps}$$

$$Trpisp = 1017 \text{ Kbps}$$

Ecuación 10. Throughput de ISP

Observando el resultado anterior, la velocidad de transmisión que tiene actualmente el Hospital de Ibarra - IESS la cual es de 50Mbps cubre las necesidades para el siguiente diseño.

3.1.5 Infraestructura actual del sistema telefónico

El pasar del tiempo en la central telefónica ha hecho que la comunicación telefónica en el Hospital de Ibarra - IESS sea un gran problema, llegando al punto de tener hoy en día una central totalmente dañada y deficiente, teniendo como consecuencia incomunicación entre líneas y extensiones telefónicas del hospital.

Además, la gran extensión que conforma el Hospital de Ibarra - IESS que es de aproximadamente 14000 m², el flujo constante de usuarios que visitan diferentes áreas como es el área emergencia, hace necesario la instalación de cámaras de vigilancia, las cuales permitan y ayuden a tener un mejor control de las instalaciones a los guardias de seguridad que en este centro médico trabajan.

3.1.5.1 Infraestructura actual del sistema telefónico

El sistema telefónico actual del Hospital de Ibarra - IESS se encuentra establecido de la siguiente manera:

- Acometida de última milla.
- Armario de Distribución.
- Equipos terminales.

3.1.5.2 Acometida telefónica

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública CNT E.P. es el proveedor del servicio de telefonía fija del Hospital, la cual entrega 7 troncales telefónicas analógicas a la institución.

3.1.5.3 Central

Esta unidad de salud utiliza una central telefónica Panasonic TES-824 la cual maneja un máximo de 8 líneas de entrada y 24 extensiones pudiendo expandirse hasta 48 con su tarjeta respectiva. Esta central en la actualidad no está funcionando ya que se encuentra fuera de servicio por fallas como se muestra en la figura 30.



*Figura 30. Central telefónica del Hospital de Ibarra - IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*

3.1.5.4 Armario de telecomunicaciones

El armario de telecomunicaciones tiene 3 paneles donde se encuentran conectados 70 líneas telefónicas 7 de ellas son líneas directas además de 63 extensiones para uso interno. Este armario de telecomunicaciones igual que la central se encuentra en malas condiciones físicas y técnicas como se muestra en la figura 31.



*Figura 31. Armario de telecomunicaciones Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*

3.1.5.5 Equipos terminales

En los equipos terminales encontramos una variedad de marcas y modelos, pero principalmente existen los teléfonos Panasonic kx-ts500.

3.1.5.6 Distribución de líneas telefónicas

Al Hospital de Ibarra - IESS, CNT E.P. le provee de 7 troncales telefónicas las cuales están repartidas de la siguiente manera como se muestra en la tabla 17:

Tabla 17. Líneas telefónicas del Hospital de Ibarra - IESS

Línea	Departamento	Teléfono
1	Dirección	62958193
2	Dirección Técnica, hospitalización y ambulatorio.	62952696
3	Emergencia	62951602
4	Trabajo Social	62952210
5	Estadística	62950222
6	Fax	62958193
7	PBX	62958275

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

Las 7 líneas telefónicas entregadas por CNT E.P. la mayoría de ellas van destinadas a un departamento específico dejando solo una línea telefónica para la central PBX. Así, con una sola línea en la central la dividimos en varias extensiones internas las cuales están distribuidas de la siguiente manera.

Tabla 18 Extensiones telefónicas del Hospital de Ibarra - IESS

Departamento	Número de Extensión
Administración	241
Alimentación	134
Bodega	132
Cardiología	109
Cardiovascular	127
Central de Esterilización	147
Centro Obstétrico	160
Cirugía general	158
Cirugía Vasculat	157
Contabilidad	238
Consultas	101
Coordinación de Enfermería	317
Curaciones	105
Dirección Hospital	245

Dirección Técnica	242
Emergencia	150
Endocrinología	108
Enfermería	106 - 119 – 121
Endoscopía	156
Estadística	145 – 146
Farmacia Jefatura	122 - 142 – 143
Gastroenterología	124
Ginecología	107
Guardianía	159
Hospitalización	220
Información	200
Jefe de presupuesto	234
Laboratorio	138 – 139
Laboratorio Patología	153
Lavandería	133
Mantenimiento	136 – 137
Medicina General	156
Medicina Interna	125 – 158
Medicina Preventiva	114
Médico Fisiatra	131
Odontología	110
Oftalmología	102
Otorrinolaringología	103
Pediatría	117
Presupuesto	237
Prótesis Odontológica	128
Quirófano	148
Rayos X	140 – 141
Recursos Humanos	232 – 233
Rehabilitación	130
Residentes	151
Sala de Juntas	243
Sala de Médicos	230
Sala de Recuperaciones	149
Secretaría	244
Secretaría dirección técnica	240
Servicios Generales	113
Servicios Informáticos	236
Servicio Social	231
Subsidios	241
Tesorería	235
Trasporte	152
Traumatología	101 – 104
Urología	123

Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

Las extensiones telefónicas del hospital están distribuidas conforme a la tabla 18, y se encuentran interconectadas por cable de cobre. Se debe considerar que no se encuentran las extensiones de hospitalización de los diferentes pisos, además que para el rediseño de la telefonía sobre IP se considera una extensión telefónica por cada habitación.

3.1.5.7 Análisis de tráfico de telefonía actual

Actualmente la central telefónica sufrió un daño irreparable llevando consigo el aislamiento de las áreas que necesitan de su funcionamiento para poder estar comunicados, teniendo acceso telefónico solo los departamentos que tiene líneas directas.

Por lo cual los cálculos que se realizará a continuación se hacen con datos recopilados por las operadoras del hospital, de tal manera que podamos calcular cuantas troncales y extensiones puede manejar la nueva central telefónica y ver si la instalación actual es suficiente para cursar todos los datos de voz o necesita una readecuación técnica. El tiempo determinado para una conversación telefónica es de 3 minutos. (Garduno)

Con las tablas de Erlang B y con un software calculadora de Erlang B del siguiente sitio web <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>, “se realizará los cálculos evaluando un tráfico con un 1% de bloqueo siendo habitual para estos diseños” (Carballar, 2014) para poder de esta manera garantizar un 99% de disponibilidad de servicio telefónico. Las tablas Erlang B se adjuntan en el Anexo G.

Para determinar el tiempo estimado de cada llamada y el número de llamadas en una hora determinada el departamento de recepción entregó un documento en el cual se determina un promedio de llamadas diarias en un mes en el hospital IESS – IBARRA, en el cual consta el número de llamadas entrantes y salientes de su departamento, ver ANEXO E.

Tráfico en una Hora Concurrida (BTH): Con las siguientes ecuaciones se calculará la cantidad de llamadas que ocurren en una hora determinada o de mayor ocupación. Un Erlang se puede considerar a una hora de llamadas.

$$BHT = \frac{\text{promedio de duración de llamadas} \times \text{ocupación del canal}}{3600 \text{ seg}}$$

Ecuación 11. Tráfico de llamadas en una hora

$$\text{Ocupación}_{\text{canal}} = \frac{\text{llamadas recibidas} + \text{llamadas realizadas}}{2}$$

$$\text{Ocupación}_{\text{canal}} = \frac{18 + 11}{2}$$

$$\text{Ocupación}_{\text{canal}} = 14.5 \text{ llamadas}$$

Ecuación 12. Ocupación del canal

- Circuito = 1; es la única línea que tenemos para la PBX
- Tiempo promedio de cada llamada = 3 minutos (tm).
- Número de llamadas en una hora = 14.5 llamadas (ca)

Teniendo un tráfico ofrecido en erlang:

$$BHT = \frac{180 \text{ seg} \times 14}{3600 \text{ seg}}$$

$$BHT = 0.70 \text{ Erlangs}$$

Ecuación 13. Tráfico de llamadas en una hora

Observando este resultado, podemos determinar que al tener 14.5 llamadas en una hora pico nos da como resultado en Erlangs de 0.70

Bloqueo: Es el número de llamadas que no pueden concretarse por la insuficiencia de líneas telefónicas. Para determinar el porcentaje de llamadas que no se concretan determinaremos un bloqueo del 1%, con una sola troncal.

Analizando el tráfico que cursa por la red y teniendo en cuenta que contamos con un solo circuito para la PBX, calculando en <http://www.erlang.com/calculator/erlb> determinamos que nuestro sistema tiene una disponibilidad del 58.80% con un porcentaje de bloque del 41.20% según la tabla de Erlang B. Tomando en cuenta que la disponibilidad de comunicación debe de ser del 99% se determina que el sistema de comunicación se encuentra saturado.

3.1.6 Sistema de vigilancia actual

El Hospital de Ibarra - IESS cuenta con un servicio de guardia de 24 horas, con el cual tratan de cubrir la mayor cantidad de áreas del hospital con 18 escoltas. Realizando una inspección de los diferentes sitios del hospital se determinaron algunas zonas donde la localización de cámaras de video vigilancia es indispensable. El hospital no cuenta con una infraestructura tecnológica de video vigilancia, por lo cual como etapa inicial se realiza un análisis de las áreas conflictivas de seguridad para la instalación de las cámaras de video vigilancia.

3.1.6.1 Áreas externas

El área total donde se encuentra ubicado el Hospital de Ibarra - IESS es de aproximadamente 43700m², divididos en diferentes zonas como:

- Entrada y parqueadero principal.
- Entrada y parqueadero secundario.
- Entrada a salas de emergencia
- Entrada al cuarto de máquinas, bodega y morgue.

En la figura 32 podemos observar una vista aérea del hospital en el cual se puede visualizar las diferentes áreas externas que el hospital tiene, así como su segmentación en 4 partes diferentes partes, las cuales se detallarán a continuación.



Figura 32. Vista aérea del Área total del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Entrada y parqueadero principal*

Esta zona es muy importante en cuanto a seguridad puesto que es por donde la mayoría del personal médico, personal administrativo y principalmente afiliados y usuarios del hospital hacen el ingreso respectivo tanto a sus lugares de trabajos como a sus respectivas consultas, la entrada se puede apreciar en la figura 33.



Figura 33. Entrada Principal del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

En la figura 34 se puede observar parte del parqueadero y de la entrada principal que tiene el hospital IESS – Ibarra.



Figura 34. Parqueadero Principal del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

Por tratarse de un Hospital, en la noche siempre existen médicos, enfermeras o residentes los cuales parquean su automotor en dicho estacionamiento. Al hacer consultas verbales a los usuarios del parqueadero, mencionan tener un poco de temor dejar su automotor en la noche estacionado en dicha zona ya que los guardias permanecen en la parte interna del hospital con turnos rotativos externos, sin ser estos permanentes. Además, la carencia de un buen alumbrado público hace que aumente la inseguridad.

- *Parqueadero secundario*

El parqueadero número 2 que se puede observar en la figura 35 permanece abierto solo en horario normal de trabajo el cual es de 8:00am hasta las 5:00pm. Por esta zona también existe una segunda entrada tanto para médicos, personal administrativo y usuarios, por lo cual es necesario la colocación de una cámara de video vigilancia en esta área. Conjuntamente esta zona tiene paso libre hacia el cuarto de máquinas, bodega y lavandería, zona que se detallara más adelante.



Figura 35. Parqueadero secundario del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Entrada y salida área de emergencia*

La zona de emergencia mostrada en la figura 36 es de mucha importancia a lo que a seguridad se refiere ya que en esta área la entrada y salida de usuarios es permanente y de 24 horas. Las puertas hacia la calle siempre permanecen abiertas para el ingreso o salida de las ambulancias, al igual q las puertas de su interior ya que siempre existen usuarios que llegan por atención a cualquier hora del día. Además, esta zona tiene paso libre hacia el cuarto de máquinas, determinada esta como zona 4 y detallada a continuación.



Figura 36. Entrada y salida área de emergencia
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Cuarto de máquinas, bodega y morgue*

La última área mostrada en las figuras 37 y 38 es otra de las áreas de mucha importancia ya que en este lugar se ingresa hacia las bodegas tanto de medicina como de suministros de oficinas. Conjuntamente se localiza también el cuarto de máquinas, la lavandería, cocina y la morgue. Todos estos departamentos son de una gran importancia ya que se almacenan equipos, herramientas de gran valor e indispensables para el normal funcionamiento del hospital. Por estos motivos es también preciso la localización de una cámara de video vigilancia.



Figura 37. Cuarto de máquinas
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)



Figura 38. Entrada a Morgue, bodega y lavandería
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Localización de garitas del hospital*

En el Hospital de Ibarra - IESS, existen 4 garitas como se puede observar su localización en la figura 39, en las cuales permanece un guardia por garita, y son los encargados de vigilar sus zonas respectivas, en la noche la seguridad externa se duplica para realizar rondas por las diferentes áreas del hospital. Existe una distancia entre garitas de aproximadamente 130m de distancia. Todos los escoltas cuentan con comunicación de radio.



*Figura 39. Garitas del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*

3.1.6.2 Áreas internas

Al interior del Hospital de Ibarra - IESS también existen diferentes zonas que requieren de seguridad constante, siendo la tecnología de video vigilancia de gran ayuda para la seguridad del hospital.

El constante ingreso de médicos, personal administrativo, pero sobre todo de afiliados y usuarios hace que el movimiento al interior del hospital sea numeroso. Al interior del hospital existen guardias distribuidos solo en áreas específicas como lo son:

Tabla 19. Número de escoltas de seguridad por áreas del hospital de Ibarra – IESS.

Área	Número de escoltas
Emergencia	3
Ingreso principal hacia los ascensores	3
Primer Piso	1
Segundo Piso	1
Tercer Piso	1
Cuarto Piso	1
Quinto Piso	1
Sexto Piso	1
Total	12

Fuente: *Diseño del proyecto*

Como conclusión de la tabla anterior se determina que los pisos de hospitalización están resguardados, pero en conversación directa con los escoltas de seguridad sugirieron que si es necesaria la instalación de cámaras de video vigilancia ya que algunas veces tienen que ir a cumplir la supervisión en otras áreas dejando sin resguardo los pisos de hospitalización.

Los puntos que necesitan mayor seguridad, a decir por el Jefe de la Escolta de Seguridad del Hospital de Ibarra – IESS se encuentran en la planta baja, los cuales se detallarán a continuación con diferentes figuras pero que serán detalladas de mejor manera con planos en los anexos A, B, C.

- Área de farmacia
- Consulta Externa
- Pediatría
- Medicina Interna
- Rayos X y Laboratorios
- Bodega, dietas y lavandería

- *Área de farmacia*

Al ser una zona concurrida ya que es una zona de tránsito de usuarios que van hacia diferentes consultorios como por los pacientes que retiran su medicina, así como por los afiliados que se realizan sus chequeos iniciales antes de cada consulta se hace necesaria la instalación de una cámara de video vigilancia en esta zona. No existe una vigilancia permanente por parte de los escoltas de seguridad como se muestra en la figura 40.



*Figura 40. Área de farmacia del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*

- *Consulta externa*

Consulta externa es otra de las áreas que no cuentan con vigilancia permanente, siendo otra área que necesita de video vigilancia cómo se demuestra en la figura 41.



*Figura 41. Consulta externa del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)*

- *Pediatría*

Como se muestra en la figura 42 el área de pediatría también es otra zona que no cuenta con una vigilancia permanente, aun teniendo en cuenta que por esta área se encuentra la segunda entrada hacia el hospital.



Figura 42. Área de Pediatría del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Medicina interna*

Medicina interna es otra zona que requiere de video vigilancia. En esta zona tampoco existe vigilancia permanente por parte de los escoltas de seguridad como se muestra en la figura 43.



Figura 43. Medicina Interna del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Laboratorio y rayos x*

Área estratégica como se muestra en la figura 44 ya que es un punto de encuentro tanto de los usuarios de emergencia, afiliados que llegan a realizarse sus exámenes y uno de los pasos para ir hacia la bodega o lavandería.



Figura 44. Área de Laboratorio y Rayos X del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

- *Bodega, dietas y lavanderías*

Es el área donde menos flujo de usuarios existe como se observa en la figura 45, pero de gran importancia para el hospital pues aquí se encuentran las bodegas donde se almacenan medicinas y suministros de oficina. Además, se encuentra el cuarto de lavandería y cocina donde se localizan equipos indispensables para el funcionamiento normal del hospital. Además, es paso obligatorio hacia el cuarto de máquinas desde el interior del hospital.



Figura 45. Área de Bodegas, Dietas y Lavandería del Hospital de Ibarra – IESS
Fuente: (Hospital de Ibarra - IESS, 2019)

4 CAPÍTULO IV

Diseño de la red convergente para datos, VoIP y videovigilancia

En el siguiente capítulo se desarrollará las soluciones que se presenta al diseño de la red de datos, telefonía ip y video vigilancia que necesita el Hospital de Ibarra Nivel II del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8.

4.1 Diseño del cableado estructurado

Para el siguiente diseño de cableado estructurado se tomarán en cuenta las siguientes normas:

4.1.2 ANSI/TIA/EIA - 568C

Es la norma para cableado de telecomunicaciones la cual ofrece flexibilidad, compatibilidad de tecnologías, adaptabilidad a cambios rápidos.

4.1.3 ANSI/TIA/EIA – 569A

Es la norma de enrutamientos y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales y la que da soporte a los medios de transmisión y al equipo de telecomunicaciones .

4.1.4 ANSI/TIA/EIA – 606

Norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales la cual presenta información de etiquetas, registros, reportes, planos, ordenes de trabajo (ITCA - Escuela de computacion, 2015).

De acuerdo al estudio de la infraestructura actual del cableado estructurado, base de la red de área local en el edificio del Hospital, se evidenció que el tendido de cableado se ha ido incrementado conforme a la adhesión de nuevos empleados a la institución, omitiendo estándares y recomendaciones apropiadas para su instalación, resultando que la administración y detección de fallas se tornen complejos. Con el propósito de brindar un mejor servicio que sea escalable, se plantea a continuación el esquema de cableado estructurado, satisfaciendo las necesidades expuestas y precisando normativas apropiadas para su diseño, mejorando la administración y detección de fallas, garantizando así el acceso físico a la red

4.1.1 Selección del medio de transmisión

Se optará por el uso de cable UTP categoría 6A como medio de transmisión, argumentado en las siguientes consideraciones:

- Presenta un ancho de banda de 500 MHz, posibilitando alcanzar velocidades de transmisión de hasta 10 Gbps en una distancia máxima de 100 metros, contrastado con cable UTP categoría 6 que posee un ancho de banda de 250 Mhz el cual provee una velocidad de transmisión máxima de 1 Gbps en enlaces de hasta 100 metros. (SENATI, 2015)
- El cable UTP categoría 6A es menos susceptible a fenómenos como diafonía e interferencia electromagnética, minimizando la degradación de la señal de transmisión ya que posee un mayor trenzado entre pares que las categorías predecesoras.
- No se ve la necesidad de optar por una categoría superior a la 6A ya que la capacidad máxima ofrecida por este tipo del cable es suficiente y se vería reflejado en enlaces de *backbone* y enlaces a servidores, ya que individualmente las estaciones de trabajo

normalmente operan a velocidades inferiores, dejando así un considerable grado de escalabilidad para equipos activos. En el caso de una red convergente esta categoría permite la transmisión de voz, audio y video con el menor retardo posible debido a la gran capacidad de canal soportada.

- Con la elección de esta categoría de cable se tiene una vida útil de hasta 10 años, siendo esta elección apropiada para futuras tecnologías manteniendo la misma infraestructura de cableado, justificando así la inversión a realizar. (SENATI, 2015)

4.1.1.1 Total, de Salidas de Telecomunicaciones

La Tabla 20, resume el número de puntos dobles por cada piso del edificio del hospital, resultando en un total de 493 salidas de telecomunicaciones contempladas en el diseño.

Tabla 20. Total, de salidas de telecomunicaciones

Piso	Puntos Dobles	Puntos simples
Planta baja	126	4
Primer piso	32	4
Segundo piso	33	3
Tercer piso	33	3
Cuarto piso	31	3
Quinto piso	33	3
Sexto piso	33	3
Séptimo Piso	5	1
Total	326	24

Fuente: Diseño del proyecto

En la tabla 21 se muestra el número de puntos por área de trabajo.

Tabla 21. Número de puntos dobles y simples por área de trabajo

Áreas de Trabajo	Total de puntos de red
Área de trabajo 1	50 puntos dobles y 3 puntos simples
Área de trabajo 2	44 puntos dobles y 1 punto simple

Área de trabajo 3	32 puntos dobles
Área de trabajo 4	29 puntos dobles 2 simples
Área de trabajo 5	3 puntos dobles 2 simples
Área de trabajo 6	24 puntos dobles de red
Área de Trabajo 7	9 puntos dobles y 3 puntos simples
Área de Trabajo 8	24 puntos dobles de red
Área de Trabajo 9	9 puntos dobles y 3 puntos simples
Área de Trabajo 10	22 puntos dobles de red
Área de Trabajo 11	9 puntos dobles y 3 puntos simples
Área de trabajo 12	24 puntos dobles de red
Área de trabajo 13	9 puntos dobles y 3 puntos simples
Área de trabajo 14	24 puntos dobles de red
Área de trabajo 15	9 puntos dobles y 3 puntos simples
Área de trabajo 16	5 puntos dobles y 1 punto simple
TOTAL:	350 puntos

Fuente: Diseño del proyecto

4.2 Rediseño de la red activa del hospital de Ibarra – IESS

En la Figura 46, se presenta el esquema topológico del diseño propuesto para la red activa del edificio del Hospital de Ibarra - IESS, considerando los enlaces para equipos de conmutación, servidores, además de terminales de datos, voz y video. La red LAN del Hospital está compuesta por 4 Racks los cuales se encuentran instalados en el primer piso Data Center, 2 planta baja tanto en Rayos X como en Estadística y el último en el tercer piso.

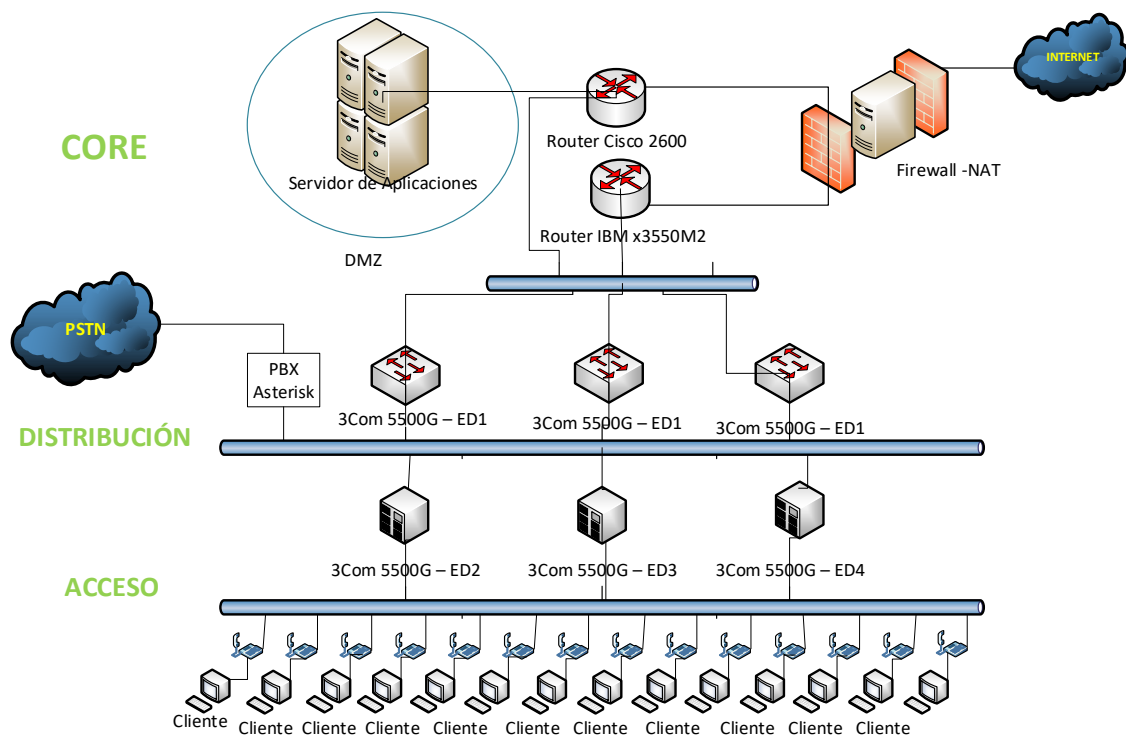


Figura 46. Diagrama Red LAN Hospital
Fuente: Diseño del proyecto

4.2.1 Segmentación de la red mediante VLAN

Actualmente, en la red del Hospital utiliza la segmentación con VLAN, sin embargo, el crecimiento no planificado de la red requiere un rediseño en la segmentación de la red. En algunos equipos de distribución se tiene un solo dominio de broadcast, en un escenario en el cual únicamente se manejan datos; el servicio de telefonía no se maneja con IP y tampoco se dispone de un sistema de videovigilancia con esta tecnología.

Para el presente diseño se establece el uso de VLAN debido a que se unifican múltiples servicios como telefonía y videovigilancia dentro de una sola red IP, y bajo este esquema, el manejo de VLAN permitirá tener un modelo más ordenado con una mayor flexibilidad en administración y en cambios de la red; además de optimizar el tráfico e incluso mejorar en cierta forma la seguridad.

En la Tabla 21 se detalla cada una de las VLAN incluyendo el número de direcciones IP requeridas.

Tabla 22 Detalle de la segmentación en VLAN

Descripción	Nombre de VLAN	Número de VLAN	Número de direcciones requeridas
VLAN de datos del área médica y administrativa	Datos	10	223
VLAN de Telefonía IP	VoIP	20	223
VLAN de Video vigilancia	Videovigilancia	30	24
VLAN de lectores biométricos	Biométricos	40	3
VLAN de administración_TIC	Administración y servidores	50	20

Fuente: Diseño del proyecto

4.2.2 Direccionamiento IP

Se establece que para la institución se requieren alrededor de 493 direcciones IP para satisfacer el direccionamiento de las estaciones de trabajo, teléfonos IP, cámaras de videovigilancia, lectores biométricos, impresoras y los servidores; en cada una de las distintas VLAN.

Para cubrir este requerimiento, se plantea el uso de subredes tomando en cuenta el concepto de VLSM (Variable Length Subnet Mask), partiendo de la red 192.168.100.0/22, y dividiendo este espacio de direccionamiento en subredes asignadas a cada VLAN,

iniciando con la VLAN de mayor requerimiento de direcciones hasta la de menor requerimiento.

Con el espacio de direccionamiento escogido se tendrán 1022 direcciones IP disponibles, con lo cual se satisface los requerimientos y se tiene una holgura para futuras necesidades de aumento en el uso de direcciones IP. En la Tabla xxx se resume la asignación de subredes para las VLAN que se tendrá en la red de la institución de acuerdo al diseño planteado en el presente proyecto.

Tabla 23. Direccionamiento IP para la red del hospital

Nomb re de VLAN	Nu mero de Direcci ones	Dirección de red	M asca ra	Rango de direcciones utilizables	Direcció n de broadcast	Total de direccio nes utilizabl es
Datos	223	192.168.100.0	/2 4	192.168.100.1 - 192.168.100.254	192.168.100. 255	254
VoIP	223	192.168.101.0	/2 4	192.168.101.1 - 192.168.101.254	192.168.101. 255	254
Video vigilanci a	24	192.168.102.0	/2 7	192.168.102.1 - 192.168.102.30	192.168.102. 31	30
Admi nistració n y servidore s	20	192.168.102.3 2	/2 7	192.168.102.33 - 192.168.102.62	192.168.102. 63	30
Biom étricos	3	192.168.102.6 4	/2 9	192.168.102.65 - 192.168.102.70	192.168.102. 71	6

Fuente: Diseño del proyecto

4.2.3 Características adicionales para la red activa

4.2.3.1 Calidad de Servicio

Se incluirá esta característica para garantizar la transmisión de servicios susceptibles a retardos de transmisión, como son los servicios en tiempo real de telefonía IP y videovigilancia IP, a través del protocolo 802.1p para el manejo de prioridades.

El protocolo 802.1p podrá ser configurado en los switches de la red, haciendo uso de los 3 bits de prioridad de usuario resaltados en la Figura 47, los cuales se encuentran presentes en la etiqueta 802.1q insertada a las tramas Ethernet pertenecientes a cada VLAN.

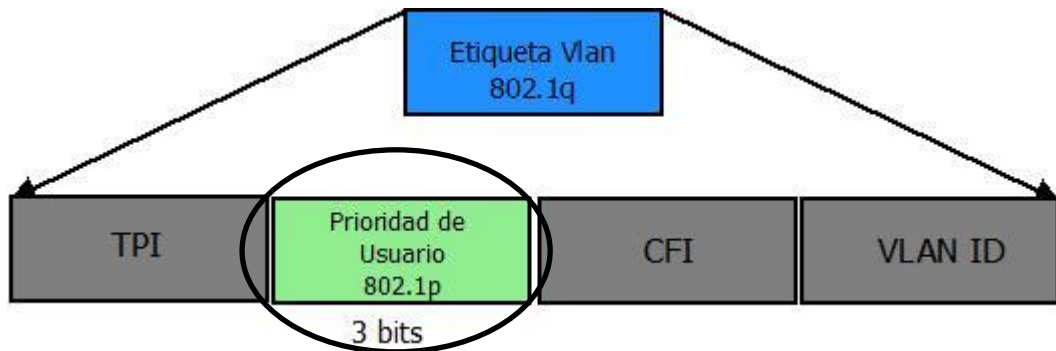


Figura 47. Bits de prioridad de usuario de acuerdo a 802.1p
Fuente: Diseño del proyecto

Con estos 3 bits se puede brindar 8 niveles de prioridad, siendo 0 el nivel asignado al tráfico menos prioritario, y 8 el nivel asignado al tráfico más prioritario, pudiendo asignar valores intermedios según sean las necesidades (PASPUEL, 2014).

El tráfico designado con la mayor prioridad será el correspondiente a telefonía IP, ya que debe presentar el menor retardo posible para que la calidad de las llamadas no se vea degradada. Para el tráfico correspondiente a videovigilancia IP se asignará una prioridad intermedia, al ser un tipo de tráfico con menor trascendencia que el tráfico telefónico, pero de igual forma para el caso de monitoreo del sistema de videovigilancia en tiempo real, este debe presentar el menor retardo posible. La prioridad más baja se asignará al remanente de tráfico correspondiente a la VLAN de datos, debido a que retardos en la transmisión en condiciones eventuales de saturación en la red, no son tan perceptibles a diferencia de los servicios en tiempo real.

4.2.4 Capa core de red

El núcleo de la red inicia con el router Cisco 2600 el cual está directamente conectado a un servidor con funcionalidad de Firewall y NAT hacia el internet, el Router cisco a su vez pasa a través de cable UTP categoría 6 a conectarse con el servidor de aplicaciones donde se encuentran DNS, AS400 y los demás recursos Compartidos como se muestra en la figura 48 y 49.

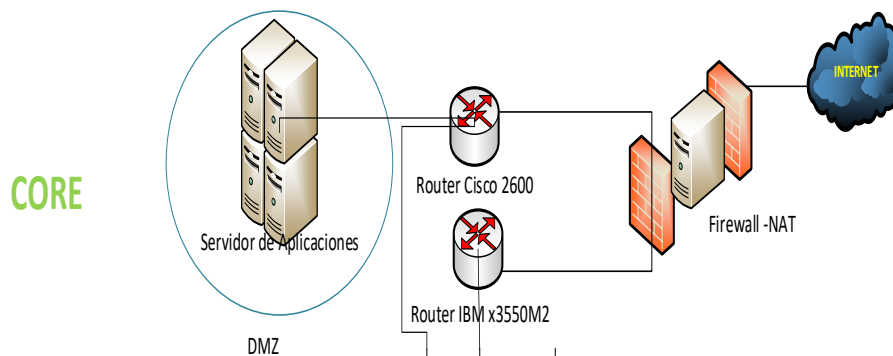


Figura 48. Diagrama Capa Core de Red
Fuente: Diseño del proyecto

4.2.5 Capa de distribución

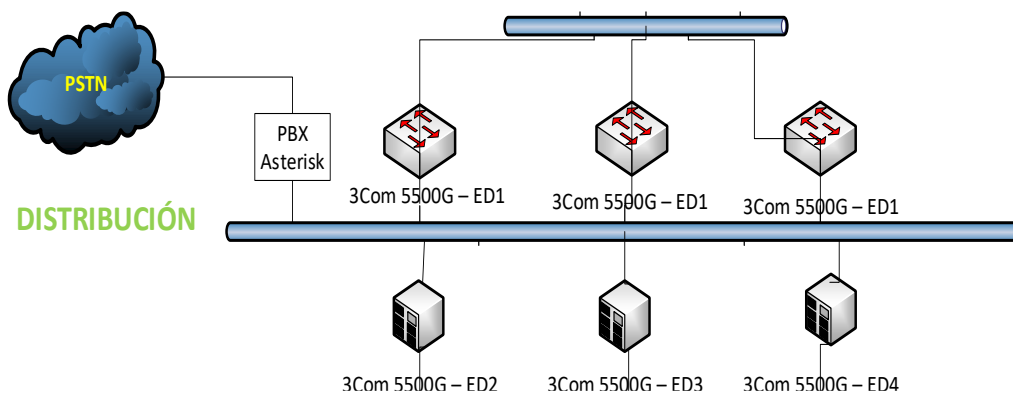


Figura 49. Diagrama Capa de Distribución
Fuente: Diseño del proyecto

La capa de distribución está compuesta por 3 Switch 3Com 5500G de 24 puertos RJ-45 Gigabit Ethernet más 4 puertos de fibra óptica. En esta capa además estará el servidor Asterisk proveedor del servicio para telefonía VoIP el cual estará conectado directamente a

la PSTN. Todos los switch de capa serán interconectados con los demás switch mediante enlaces de fibra óptica.

4.2.6 Capa de acceso

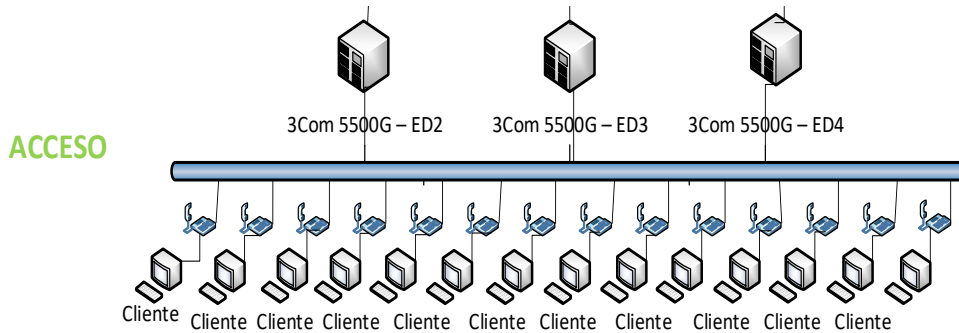


Figura 50. Diagrama Capa de Acceso
Fuente: Diseño del proyecto

La capa de acceso estará conformada por 4 Switch 3Com 5500G de 48 puertos los cuales estarán distribuidos como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24. Situación actual y proyección de Switch en la capa Acceso

Ubicación	Piso	Rack	Switch Actual	Proyección
Cuarto de Telecomunicaciones	1	ED1	3 Switch 3Com 24p	1 Switch 3Com 48p
			1 Switch 3Com 48p	1 Switch 3Com 48p
Rayos X	PB	ED2	1 Switch 3Com 48p	2 Switch 3Com 48p
			1 Switch 3Com 48p	1 Switch 3Com 48p
Estadística	PB	ED3	1 Switch 3Com 48p	2 Switch 3Com 48p
			1 Switch 3Com 48p	1 Switch 3Com 48p
Hospitalización	3	ED4	1 Switch 3Com 48p	1 Switch 3Com 48p
			1 Switch 3Com 48p	1 Switch 3Com 48p

Fuente: Diseño del proyecto

4.3 Rediseño de la red telefónica

Para el desarrollo del diseño se optará por una solución basada en Asterisk, una plataforma robusta, basada en código abierto, que maneja distintos protocolos para la implementación de una central telefónica IP. Asterisk es altamente personalizable, ya que

integra diversas aplicaciones de telefonía dando solución a los requerimientos más específicos que presente una organización. El diseño se iniciaría con el análisis de requerimientos actuales de la red de telefonía, de igual manera se establecerá las funciones principales la PBX en base a los requerimientos del hospital.

4.3.1 Requerimientos actuales de la red telefónica

Por la ampliación de nuevos departamentos y la necesidad de tener siempre una comunicación fluida entre todas las áreas internas y de igual manera hacia el exterior, se realizó un levantamiento de información para poder determinar los puntos existentes y se estableció cuantos nuevos puntos de voz tienen que aumentar dando el siguiente resultado mostrado en la tabla 25.

Tabla 25. Dimensionamiento de extensiones necesarias para el hospital

Planta Baja			
Departamentos	FAX	Líneas Directas	Núm. Ext.
Medicina general			6
Cardiología			2
Oftalmología			1
Otorrinolaringología			2
Traumatología			1
Ginecología			1
Odontología			1
Central			1
Signos			1
Curaciones			1
Biólogos			1
Curaciones heridas			1

Medicina preventiva		7
Urología		1
Gastroenterología		1
Medicina interna		1
Nefrocirugía		1
Cirugía vascular		1
Odontología prótesis		1
Endocrinología		1
Nutrición		1
Farmacia		2
Oficina farmacia		1
Estadística	1	3
Trabajo social / edu. Salud	1	3
Jefatura estadística		3
Rehabilitación		2
Bodega		2
Lavandería		1
Cocina		1
Ecónomo		1
Lab. Recepción		2
Lab. Emergencia		1
Hematología		1
Rayos X		1
Infectología		1

Terapia intensiva			2
Emergencia		1	5
Esterilización			1
PBX		1	
Sub total		4	67
Planta administrativa			
Departamento	FAX	Línea Directa	Ext.
Dirección/FAX	1	2	1
Sub dirección		1	1
As400			3
Dep. Jurídico			1
Facturación			3
Informática			1
Personal			3
Tesorería			1
Dep. Financiero			3
Financiero			1
Auditorio			1
Sub total	1	3	19
Pisos			
Departamento	FAX	Línea Directa	Ext.
Estación de enfermería			2
Residentes			1
Oficina enfermería			1

Habitaciones total			15
Sub total	0	0	19
Multiplicación x 6 pisos			114
Sub total	1	7	200
Total general			208

Fuente: Diseño del proyecto

Del levantamiento de información podemos concluir que la central telefónica tendrá que brindar servicio a 208 extensiones internas, 7 líneas directas y una línea para fax.

4.3.2 Demanda telefónica

Con la actualización de datos referente al acceso telefónico podemos determinar que el Hospital deberá manejar 200 extensiones internas, 7 líneas directas y una línea para fax, todo esto considerando una utilización por llamada de 3 minutos por disposición de la dirección general de hospital IESS – IBARRA REGIONAL 8.

Teniendo un índice de llamada de pérdidas del 1% y basándonos en la tabla de Erlang B determinaremos los circuitos necesarios para el hospital. Para realizar el cálculo se invoca a la ecuación 11 del capítulo 3 la cual nos sirve para calcular el tráfico en una hora concurrida.

Con:

Trafico Ofrecido= 208 extensiones

Tiempo promedio de cada llamada (tm)= 3 minutos

Con 1% de perdida = $208 / 1.01 = 205,94 = 206$ llamadas.

$$BHT = \frac{\text{promedio de duración de llamadas} \times \text{ocupación del canal}}{3600 \text{ seg}}$$

$$BHT = \frac{180\text{seg} \times 206}{3600 \text{seg}}$$

$$BHT = 10.3 \text{ Erlangs}$$

Para realizar el cálculo del número de troncales utilizaremos la calculadora de Erlang B que se observa en la siguiente figura 51 tomada del sitio web <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>.

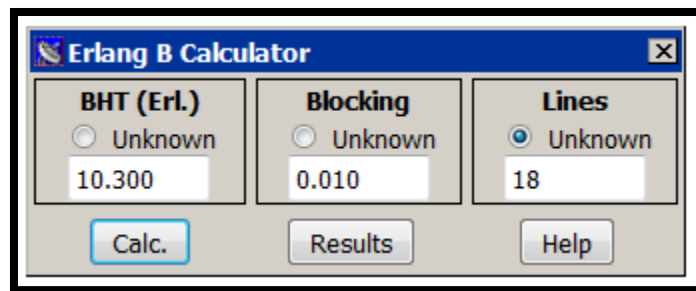


Figura 51. Cálculo del número de troncales necesarias para el nuevo diseño
Fuente: <https://www.erlang.com/calculator/erlb/>

Con el valor de 10,3 Erlangs con una probabilidad de bloqueo del 1% y siguiendo las tablas de Erlang B tenemos como resultado la utilización de 18 líneas para satisfacer las necesidades internas del hospital, con lo cual se sugiere a esta unidad médica solicitar a la CNT E.P. este número de líneas para cubrir tal demanda.

Tomando como sugerencia las normas de redes telefónicas para edificios urbanos, en la cual indica que se debe realizar una proyección a 10 años con un crecimiento del 3% anual, se sugiere que paulatinamente el hospital IEISS – IBARRA RGNAL.8 debe solicitar a la CNT E.P. más troncales telefónicas hasta tener un total de 24.

Dónde:

Dt: Crecimiento futuro de abonados.

Do: Número de abonados actuales

n: Factor de incremento telefónico 1.25 para 10 años en zonas urbanas (Carrillo & López, 2011).

$$Dt = Do(n)$$

$$Dt = 18 \times 1.25$$

$$Dt = 23 \text{ líneas en 10 años}$$

4.3.3 Selección del protocolo de señalización

Para el presente diseño se optará por el uso del protocolo SIP como protocolo de señalización, destacando bondades primordialmente en aspectos de procesamiento, ya que este protocolo posee una característica particular que permite al tráfico de voz viajar directamente entre los terminales de telefonía, reduciendo así la carga de procesamiento en el servidor, quedando solo el tráfico de señalización para cursar por el servidor. El protocolo SIP es el más aconsejado para usar dentro de un ambiente LAN ya que no se necesita demasiada compresión, como la ofrecida por el protocolo IAX, además en el mercado se dispone de una mayor gama de dispositivos que soportan el protocolo SIP.

4.3.4 Selección del códec

En el capítulo 1 observamos una lista de códecs que se puede utilizar en un diseño dependiendo de las necesidades y requerimientos propios de cada diseño.

Códec G 711: Para calcular la velocidad de transmisión del códec G 711, se tomará en cuenta el bit rate del códec y 200 llamadas simultáneas como se muestra en la siguiente ecuación, haciendo que todas nuestras líneas estén ocupadas y transmitiendo en un solo sentido.

$$\text{Velocidad de Transmisión} = (\text{Payload} + L3 + L2) * 8 * pp$$

Ecuación 14. Cálculo de la velocidad de transmisión del códec G 711

Dónde:

Payload: bytes generado por el códec

L3: cabecera de capa 3 y capas superiores en bytes.

L2: Cabecera de capas enlace en bytes.

8: números de bits por byte

pps: tasa de paquetes por segundo generado por el códec (pps=bit rate códec/payload(bits)).

Reemplazando los datos:

Payload: 160 bytes.

L3: 40 Bytes (IP (20 Bytes)/UDP (8 bytes)/RTP (12 bytes))

L2: 14 Bytes Ethernet

pps: 50.

$$\text{Velocidad de Transmisión} = (160 + 40 + 14) * 8 * 50 = 85.6\text{kbps}$$

Multiplicando este valor por el número de llamadas simultáneas en doble sentido tendremos como resultado la velocidad mínima de transmisión que deberá soportar la red del hospital.

Teniendo:

Para el cálculo de la velocidad de transmisión total se tomará en cuenta las 200 llamadas de acuerdo a la tabla 25 de este mismo apartado.

Velocidad de transmisión total

$$= \#llamadas\ simultaneas2(full\ duplex) * velocidad\ de\ transmisión$$

$$Velocidad\ de\ Transmisión\ total = 200 * 2 * 85.6kbps$$

$$Velocidad\ de\ Transmisión\ total = 34240\ kbps \cong 33.43\ Mbps$$

Ecuación 15. Velocidad de transmisión total

Códec G 729a: Para calcular la velocidad de transmisión del códec G 729a se tomará en cuenta el bit rate del códec y 200 llamadas simultáneas, haciendo que todas nuestras líneas estén ocupadas y transmitiendo en un solo sentido.

$$Velocidad\ de\ Transmisión = (Payload + L3 + L2) * 8 * pps$$

$$Payload = 20\ bytes$$

$$L3 = 40\ bytes\ [IP\ (20\ bytes) / UDP\ (8\ bytes) / RTP\ (12\ bytes)]$$

$$L2 = 14\ bytes\ Ethernet$$

$$Pps = 50$$

$$Velocidad\ de\ Transmisión = (20 + 40 + 14) * 8 * 50 = 29.6\ kbps$$

Multiplicando este valor por el número de llamadas simultáneas en doble sentido tendremos como resultado la velocidad mínima de transmisión que deberá soportar la red del hospital.

Teniendo:

Velocidad de transmisión total

*= #llamadas simultaneas2(full duplex) * velocidad de transmisión*

*Velocidad de Transmisión total = 200 * 2 * 29.6kbps*

Velocidad de Transmisión total = 11840 kbps \cong 11.56 Mbps

CODEC GSM: Para calcular la velocidad de transmisión del códec G 729^a se tomará en cuenta el bit rate del códec y 200 llamadas simultaneas, haciendo que todas nuestras líneas estén ocupadas y transmitiendo en un solo sentido.

*Velocidad de Transmisión = (Payload + L3 + L2) * 8 * pps*

Payload GSM FR (Full Rate) = 33 bytes

L3 = 40 bytes [IP (20 bytes) / UDP (8 bytes) / RTP (12 bytes)]

L2 = 14 bytes Ethernet

Pps = 50

*Velocidad de Transmisión = (33 + 40 + 14) * 8 * 50 = 34.8 kbps*

Multiplicando este valor por el número de llamadas simultáneas en doble sentido tendremos como resultado la velocidad mínima de transmisión que deberá soportar la red del hospital.

Teniendo:

Velocidad de transmisión total

*= #llamadas simultaneas2(full duplex) * velocidad de transmisión*

*Velocidad de Transmisión total = 200 * 2 * 34.8kbps*

$$\text{Velocidad de Transmisión total} = 13920 \text{ kbps} \cong 13.59 \text{ Mbps}$$

Analizados los resultados como conclusión se determina que el códec que requiere la menor velocidad de transmisión es el códec G729 como primera opción, siguiéndole el códec GSM. Una de las desventajas del códec G729 es el pago de una licencia.

Al mismo tiempo se podría utilizar el códec GSM el cual es de licencia libre y al tener un cableado con una transmisión de que va de 100Mbps a 1Gbps se puede utilizar los dos códec para garantizar la calidad de comunicación.

Sin embargo, en el diseño de la central telefónica se empleará el códec G.711 el cual brinda la mejor calidad para la transmisión de voz, siendo el más adecuado para un ambiente LAN debido a la amplia capacidad de canal disponible que posee la red del Hospital; códec con inferiores tasas de transmisión son adecuados para ambientes WAN en donde optimizar la ocupación del canal es primordial.

4.3.5 Selección del software para la pbx

Para el desarrollo del diseño se optará por una solución basada en Asterisk ya que de acuerdo a la tabla 6 del apartado del capítulo 2 de esta investigación en la cual se realiza diferentes comparativas Asterisk es una plataforma robusta, basada en código abierto, que maneja distintos protocolos para la implementación de una central telefónica IP. Asterisk es altamente personalizable, ya que integra diversas aplicaciones de telefonía dando solución a los requerimientos más específicos que presente una organización.

4.3.6 Dimensionamiento del servidor de telefonía

Para el dimensionamiento del servidor de telefonía IP usando Asterisk, no existe una regla formal para dicho acometido, por lo que se tomará en cuenta la recomendación del sitio www.voip-info.org, en donde se expone los factores más importantes que afectan el

rendimiento del servidor de telefonía, como son el número de llamadas concurrentes, traducción de códecs de voz y funciones adicionales que atenderá el servidor como correo de voz, registro de llamadas, etc.

Bajo estas premisas, este sitio recomienda 30 Mhz de procesamiento de CPU, por cada canal activo, para el caso de las 200 extensiones que se manejará en la PBX del hospital se tiene un total de 6.3 Ghz de CPU, el cual puede ser soportado por un procesador de doble núcleo de aproximadamente 3 Ghz. El sistema de telefonía basado en Asterisk se instalará un servidor con la distribución CentOS 6.5 de Linux y que presente los requerimientos mínimos de hardware expuestos en la Tabla 25.

Tabla 26 Requerimientos de hardware mínimos para Linux CentOS 6.5.

Requerimientos Mínimos	Linux CentOS 6.5
Procesador	512 Mhz
Memoria RAM	1 Gb
Disco Duro	2Gb

Fuente: Diseño del proyecto

Para el dimensionamiento de la memoria RAM, se tomará como mínimo una capacidad de 8 GB, según la recomendación de Asterisk para manejar aproximadamente 200 canales SIP concurrentes. Para la cantidad de almacenamiento en disco duro se debe considerar factor es como: almacenamiento de logs del sistema, almacenamiento de logs de Asterisk, registro de llamadas, almacenamiento de archivos de audio para buzón de voz, por lo que se plantea un espacio en disco duro de 500 GB como mínimo, para asegurar el espacio adecuado para el almacenamiento de todos estos datos.

Para el almacenamiento del buzón de voz se toma como referencia un máximo de 5 minutos por mensaje, donde un usuario podrá almacenar un máximo de 20 mensajes en su casilla de voz. Los archivos de audio de buzón de voz se almacenarán en formato WAV49,

ya que ocupa mucho menos espacio en disco que el formato WAV normal. La calidad del audio en formato WAV49 es una buena opción para enviar mensajes de voz por correo electrónico, ya que un minuto de audio en este formato ocupa aproximadamente 100 Kb, a diferencia de un minuto de audio almacenado en formato WAV normal que ocupa alrededor de 10 MB, representando un gran ahorro en espacio de disco duro para el almacenamiento de audio. El espacio de disco duro destinado para el almacenamiento del sistema de telefonía IP basado en Asterisk, se resume en la Tabla 26.

Tabla 27. Asignación de espacio de disco duro para el servidor Asterisk

Asignación	Espacio de Disco Duro
Sistema Operativo Linux CentOS 6.5 y Asterisk	50 GB
Logs del Sistema	50 GB
Logs de Asterisk y Registro de Llamadas	100 GB
Archivos de Buzón de Voz (aproximadamente 1000000 minutos en formato WAV49)	200 GB
Funciones adicionales (reserva)	100 GB
TOTAL	500 GB

Fuente: Diseño del proyecto

4.3.7 Tarjeta de conexión hacia la PSTN

Para la conexión a la PSTN con el proveedor CNT, se empleará una tarjeta con puertos FXO, esta deberá proveer las siguientes características:

- Conexión PCI
- 8 puertos FXO
- Cancelación de Eco

Esta tarjeta hará las veces de gateway para conexión con la PSTN, con las líneas que dispone actualmente el Hospital como se muestra en la Figura 52.

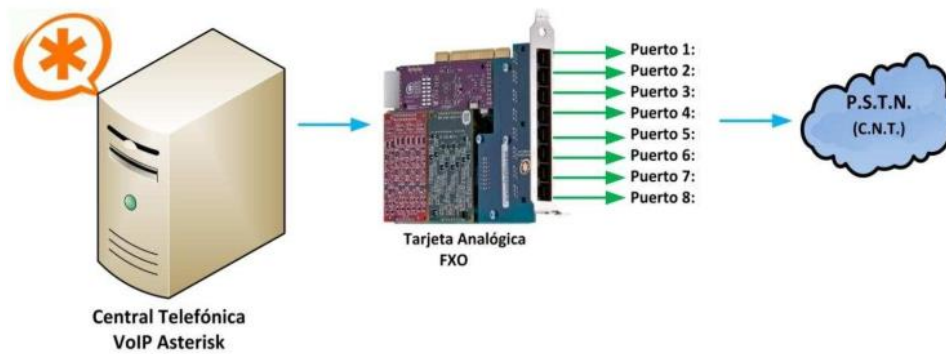


Figura 52. Esquema de conexión de la central telefónica a la PSTN
Fuente: Diseño del proyecto

4.3.8 Funciones previstas para la PBX en base a los requerimientos

4.3.8.1 Menú de Inicio

El menú de inicio comprenderá un saludo por parte de la contestadora automática en la PBX cuando se reciba llamadas a los números del hospital, esta contestadora automática enunciará el número de las extensiones para contactar a diferentes departamentos de la institución, dando la opción al usuario de marcar la extensión destino si esta es previamente conocida, caso contrario será transferido con la operadora para concretar la llamada. En ambos casos si la extensión se encuentra ocupada será transferida al buzón de voz asignado donde el usuario podrá grabar un mensaje de voz. Este proceso se encuentra sintetizado en el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 53.

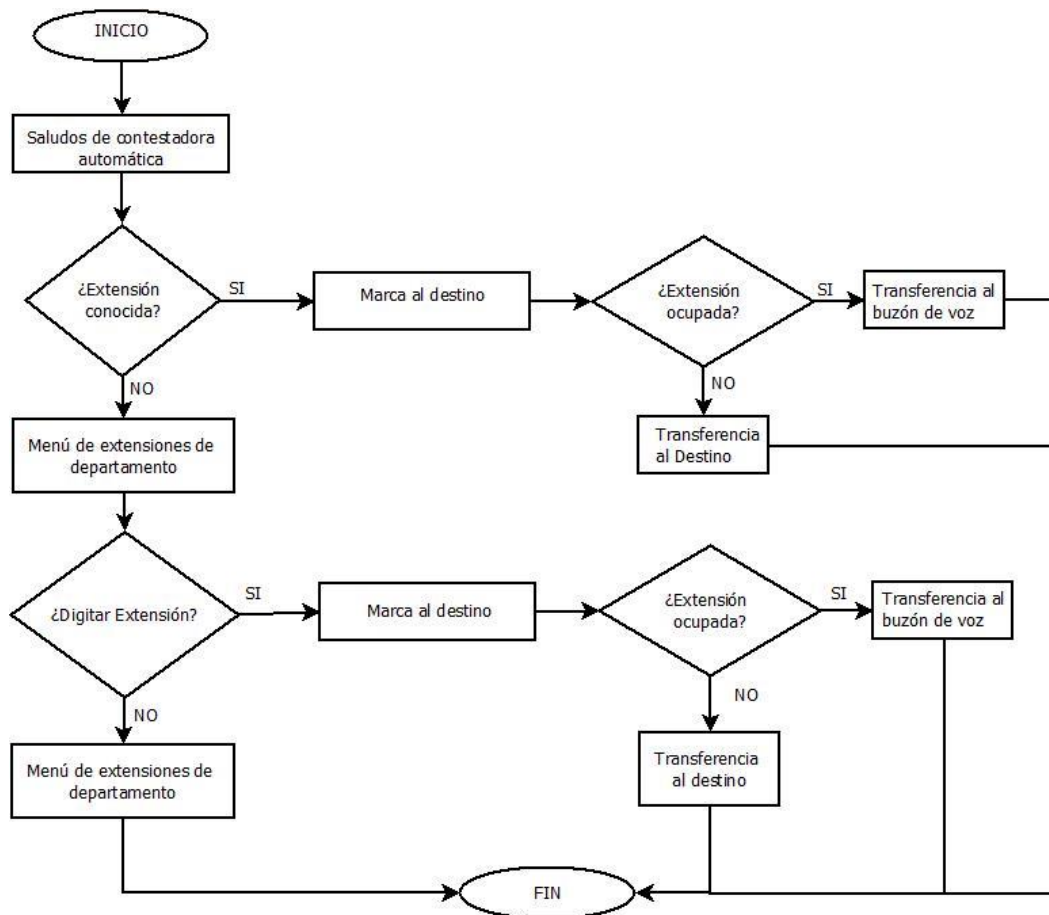


Figura 53. Diagrama de flujo del menú de inicio
Fuente: Diseño del proyecto

4.3.8.2 Perfiles de Marcado

- **Perfil de Marcado # 1:** Este perfil permitirá a los usuarios únicamente realizar llamadas a extensiones internas. Si requirieran realizar una llamada externa tendrán que contactarse con la operadora para solicitar autorización y completar dicha llamada.
- **Perfil de Marcado # 2:** Este perfil permitirá a los usuarios realizar llamadas a extensiones internas, y también permitirá realizar llamadas externas directamente, pero con las siguientes restricciones: llamadas a teléfonos móviles por un tiempo máximo de cinco minutos, y llamadas a teléfonos fijos por un tiempo máximo de 10 minutos. En ambos casos, una vez transcurrido el tiempo máximo, la llamada será cortada automáticamente.

- Perfil de Marcado # 3:** Este perfil permitirá a los usuarios realizar llamadas a extensiones internas y también realizar llamadas externas directamente ya sea a teléfonos móviles o teléfonos fijos por tiempo ilimitado. La Figura 54 exhibe el diagrama de flujo para el desarrollo de los diferentes planes de marcado en la PBX.

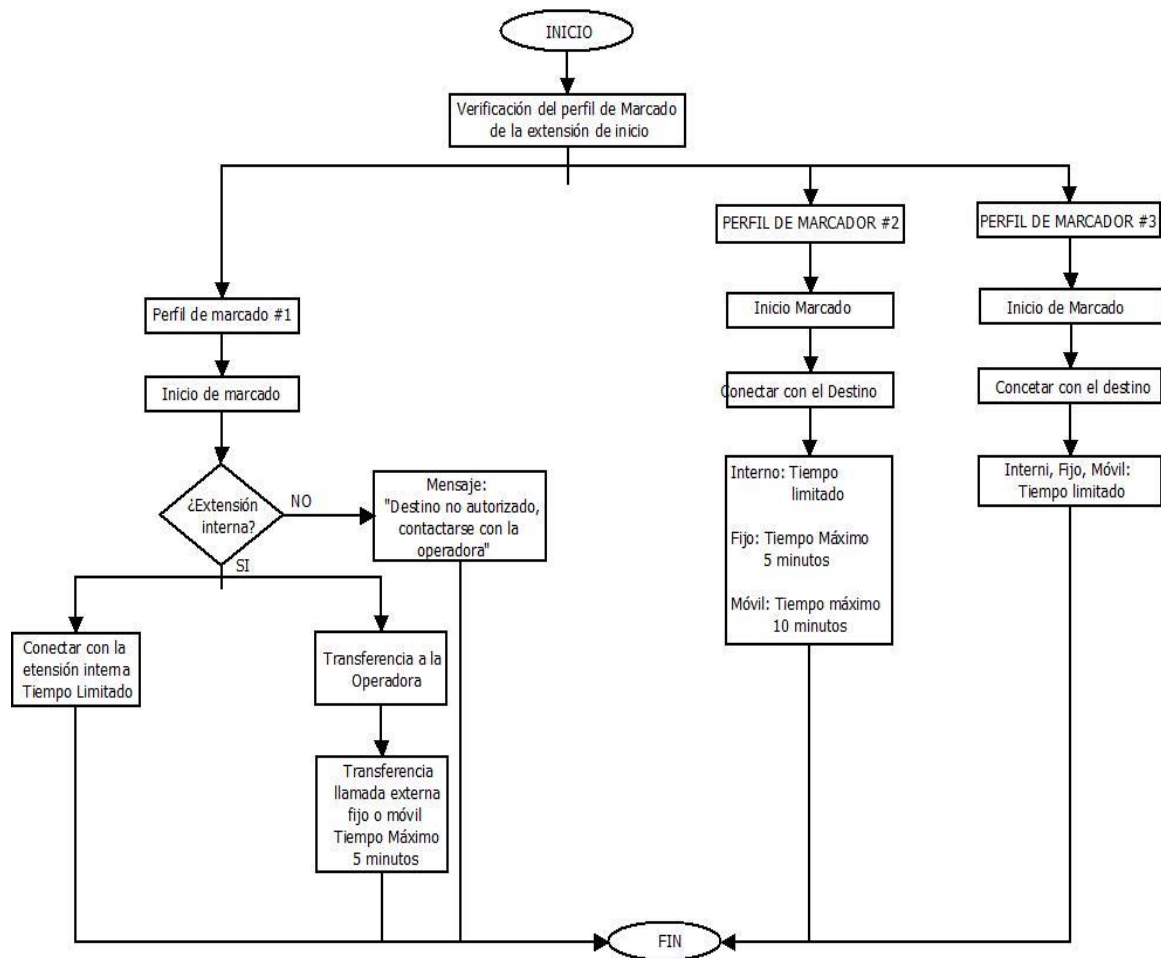


Figura 54. Diagrama de flujo para los perfiles de marcado
Fuente: Diseño del proyecto

4.3.9 Softphones

El softphone es un software que brinda la capacidad de poder transformar a una computadora o tablet en un teléfono IP, con la capacidad de comunicación tanto de voz, imagen y video a través del internet. Y a los Smartphone les brinda una herramienta extra la cual podrían de igual forma poder comunicarse a través de internet. Los softphones son la

solución adecuada para este proyecto ya que por el limitado presupuesto que se asigna no es posible comprar hardphone.

Existen diferentes tipos de softphone, en este caso describiremos:

- Linphone
- X-lite

4.3.9.1 X-lite

X-Lite es un softphone SIP el cual incorpora muchas características de una PBX, siendo las más importantes:

- Manejar dos líneas.
- Call ignore
- Call history.
- Call forward
- Call record
- Open Standards
- Protocolo Sip
- Calidad de Servicio (QoS)
- Grabación de llamadas de voz y video.

4.3.9.2 Linphone

Es un softphone que emplea protocolo SIP y también soporta varios tipos de codecs. Las características que más se destacan son:

- Codecs que soporta: Speex (narrow band y wideband), G. 711 (ulaw, alaw), GSM.
- Soporta DTMF mediante SIP.
- Cancelación de Eco mediante el great speex echo canceller.

- Soporte de proxy SIP.
- Soporte de IPv6.
- Soporte ENUM para usar números SIP en lugar de direcciones SIP.

Los dos softphones antes mencionados son adecuados para el diseño y una incorporación deseada ya que se acoplan de la mejor manera tanto en manejo de llamadas y codecs, además de que los dos funcionan tanto para sistemas Android, iOS, Windows, BlackBerry y Linux.

4.4 Sistema de videovigilancia IP

Para brindar un nivel de seguridad a la infraestructura física, bienes y también a empleados dentro del edificio del hospital se establece la necesidad de incorporar a la red IP un sistema de videovigilancia confiable y sencillo para el monitoreo en tiempo real y almacenamiento de video por un periodo de tiempo adecuado.

El hospital no requiere un sistema de videovigilancia demasiado complejo, en comparación con otros sistemas como por ejemplo entidades bancarias o entidades gubernamentales de mayor rango que si lo requieren; esto se tomará en cuenta para la especificación de características de equipos y aplicaciones que conformen este sistema.

4.4.1 Total de cámaras para el hospital

El número de cámaras para el hospital varía en cada uno de los pisos, dependiendo de los requerimientos de cobertura y la naturaleza de las labores que se desempeñan en cada locación, como se muestra en la Tabla 27. Dentro del diseño las cámaras en el edificio del hospital se localizarán en puntos estratégicos.

Tabla 28. Número total de cámaras para el hospital

Piso	Cámaras
Planta baja	13

Primer piso	6
Segundo piso	3
Tercer piso	3
Cuarto piso	3
Quinto piso	3
Sexto piso	3
Séptimo Piso	3
Total	37

Fuente: Diseño del proyecto

4.4.2 Estimación de consumo de capacidad de canal

La transmisión de video sobre IP es una de las aplicaciones que mayor capacidad requiere en la red, es necesario establecer un valor estimado de la capacidad de canal requerida por el tráfico de videovigilancia de acuerdo a las características del sistema. Para realizar esta estimación se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Resolución o tamaño de imagen a ser utilizado.
- Esquema de compresión y nivel de compresión factor de calidad.
- Velocidad de cuadro o número de imágenes por segundo.
- Número de cámaras IP en cada piso del edificio.
- Transmisión de audio.
- Proceso de encapsulación en el stack de protocolos TCP/IP.

Para transportar datos de video IP se tiene protocolos definidos en capa de transporte dentro de TCP/IP, estos son TCP y UDP. TCP al ser un protocolo orientado a conexión que garantiza la entrega de datos y fiabilidad a través de retransmisiones, produce retrasos significativos no adecuados para un sistema de videovigilancia IP. Por otra parte, UDP es un

protocolo no orientado a conexión que no ofrece retransmisión de datos perdidos y consecuentemente no genera mayores retrasos, por lo que es el más adecuado para el transporte de datos de video IP.

Para realizar una estimación de la capacidad de canal necesaria por cada cámara, se toma en consideración un escenario para transmisión y grabación de video digital con imágenes de una resolución de 640 x 480 pixeles a full color que es la resolución que por norma media se utiliza en este tipo de sin necesidad de saturar la red, además que, se empleará el códec de compresión MPEG-4 a 30 cuadros por segundo (fps) los cuales juntos garantizan una calidad de imagen aceptable y son una norma media para la configuración de estos equipos, y para la transmisión de audio se empleará el códec G.711 a 64 Kbps.

Teniendo en cuenta que la cámara a utilizar es una HikVision, modelo DS-2CD1043G0-I(UF) la cual tiene un bitrate que va desde los 32Kbps configurables hasta los 8 Mbps y conociendo que la cantidad de cámaras son 37 como se indica en la tabla 28 de este capítulo se puede determinar que:

$$37\text{cámaras} \times 1\text{Mbps} = 37\text{Mps}$$

Ecuación 16. Cálculo estimación de consumo de capacidad de canal

Con este resultado podemos observar que al estar las 37 cámaras transmitiendo al mismo tiempo con un bitrate de 1Mbps no satura nuestra red ya que la estar conectado a un puerto fastethernet de 100Mbps con un cable UTP de transmisión de 100Mbpsno afecta a nuestro canal de transmisión.

4.4.3 Cálculo de capacidad de canal para video

En este punto se toma en cuenta la compresión que permiten los formatos o códecs de video MJPEG, MPEG-4 y H.264; además se considera los bits que se añaden por las cabeceras en el encapsulamiento de datos en el stack de protocolos TCP/IP.

El detalle del proceso y algoritmos utilizados de cada formato está fuera del alcance y objetivos del presente proyecto, pero gracias a la compresión de video es posible tener una reducción del ancho de banda entre el 80 y 99%. Para el efecto de la estimación se utilizó la herramienta de diseño IP Video System Design Tool que permite determinar el ancho de banda para cada formato, considerando la resolución, velocidad de cuadro y nivel de compresión.

Tabla 29 Niveles de compresión para códecs de video

NIVEL DE COMPRESIÓN	CALIDAD
10	Alta
20	Buena
30	Promedio
40	Bajo en promedio
50	Baja
70	Pobre
90	Mala

Fuente: Diseño del proyecto

Cuanto mayor sea el nivel de compresión, la calidad de la imagen se decrementa, y a pesar de que mediante técnicas de compresión puede lograrse una significativa reducción en el consumo de capacidad de canal, es necesario establecer un parámetro intermedio de acuerdo a las necesidades en lo referente a capacidad de canal y calidad de la imagen deseada.

En la Tabla 30, se muestra los valores de capacidad de canal de video con compresión y tomando en cuenta los bytes adicionales por encapsulamiento, de acuerdo a la herramienta IP Video System Desgin Tool, para imágenes de 640 x 480 VGA y 1280 x 720 HD, a 15 y 30 fps.

Tabla 30. Tráfico en Mbps generado por una cámara IP para distintos formatos de video

Resolución	Calidad	15 Cuadros por segundo			30 Cuadros por segundo		
		(fps)			(fps)		
		MJPEG	MPEG-4	H.264	MJPE	MPEG-4	H.264
		(Mbps)	(Mbps)	(Mbps)	(Mbps)	(Mbps)	(Mbps)
640x480	Alta (10)	5.65	1.35	0.49	11.3	2.21	0.74
640x480	Promedio (30)	3.93	0.86	0.37	7.8	1.47	0.49
640x480	Baja (50)	3.07	0.61	0.30	6.144	0.98	0.40
1280x720	Alta (10)	17.08	4.18	1.47	34.16	6.88	2.46
1280x720	Promedio (30)	11.92	2.70	0.98	23.84	4.42	1.47
1280x720	Baja (50)	9.34	1.97	0.90	18.68	3.19	1.40

Fuente: Diseño del proyecto

Los formatos MPEG-4 y H.264 utilizan algoritmos de compresión tanto espacial como temporal, es por esto que permiten una mayor compresión. El formato MJPEG únicamente realiza compresión espacial. Para tener un video fluido se preferirá el uso de 30 fps. En el caso de usar resoluciones HD o también megapíxel, será necesario el uso de formatos como MPEG-4 o H.264 que permiten una mayor compresión y ahorro de capacidad de canal. Para determinar la capacidad de canal total para videovigilancia IP se considera el tráfico generado por todas las cámaras a ser instaladas en el edificio. En este diseño se tiene 37 cámaras. Es así que en el escenario con video en alta promedio (nivel de compresión 30), se tendrá un requerimiento de capacidad de canal total de acuerdo a la siguiente tabla 31 en la cual se observa los resultados de multiplicar las 37 cámaras por los Mbps de los formatos MJPEG, MPEG-4 Y H.264 que se indican en la tabla 30 de este capítulo.

Tabla 31. Capacidad de canal total estimada por tráfico de videovigilancia

RESOLUCIÓN	ANCHO DE BANDA TOTAL (37 CÁMARAS A 30 FPS)		
	MJPEG (Mbps)	MPEG-4 (Mbps)	H.264 (Mbps)
640 x 480 VGA	288.6	54.39	18.13
1280 x 720 HD	882.08	163.54	54.39

Fuente: Diseño del proyecto

4.5 QoS

Para la aplicación de calidad de servicio en el diseño de la red se debe tener en cuenta las siguientes fases que se detallan a continuación en la tabla.

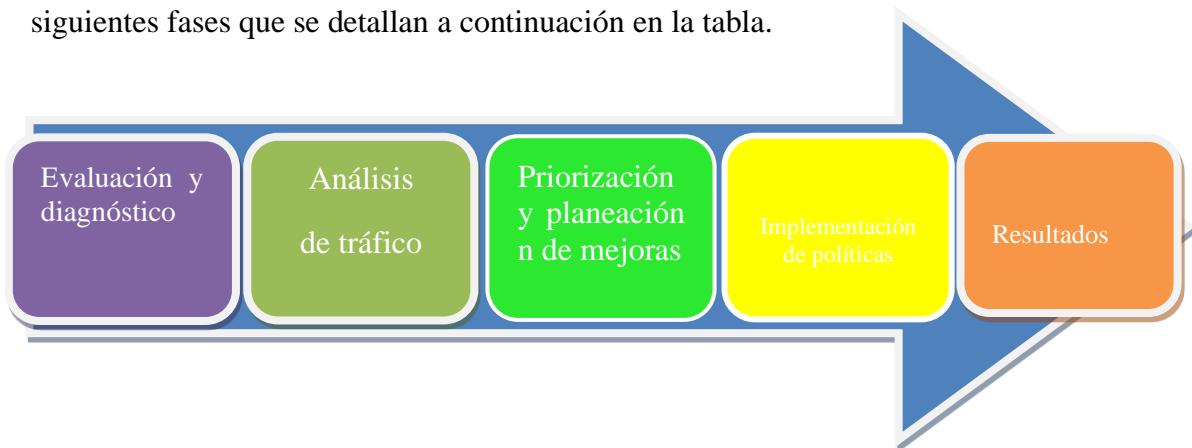


Figura 55. Procedimiento para implementar calidad de servicio

Fuente: Diseño del proyecto

- **Evaluación y diagnóstico:** Aquí se determinará los problemas de la red.
- **Análisis de tráfico:** se aplicará una auditoria para medir el comportamiento del servicio de voz.
- **Priorización y planeación de mejoras:** en esta fase se determinará los servicios, aplicaciones y tráfico que tiene mayor prioridad o importancia dentro de la institución.
- **Implementación de políticas:** se aplicará el marcaje basado en los criterios de prioridad para cada tráfico.
- **Resultados:** se aplicará la teoría de colas para obtener resultados de calidad.

Pero vamos a tener en cuenta que los 3 puntos fundamentales son priorizar el tráfico, marcar el tráfico y aplicar la teoría de cola en la red que son los puntos que se describen a continuación.

4.5.1 Priorización

La priorización se base en identificar el tipo de tráfico que cursa por una red y saber que requerimientos necesita, para así, clasificar el tráfico dependiendo de sus requerimientos para finalizar definiendo las políticas de calidad de servicio que se debe dar a cada clase.

Para realizar la auditoría se utilizó el programa wireshark como se indica en la figura 28 del capítulo 3. Con wireshark se inició la auditoría al puerto f/01 del switch 3Com 5500G donde se pudo evidenciar el siguiente tipo de tráfico detallado en la tabla 32.

Tabla 32. Tipos de Tráficos - Priorización

Tráficos
Telefonía IP
Video
Base de datos
DNS
Correo
FTP

Fuente: Diseño del proyecto

Por lo tanto, para determinar el tipo de tráfico nos basamos en la auditoría realizada con wireshark en donde se observó que los principales tráfico fueron los de telefonía IP para comunicación entre departamentos, video vigilancia en lo que se refiere a seguridad, base de datos y FTP con el uso de su sistema AS400, el DNS para el ingreso a ciertas páginas de internet y su correo institucional y es así que se priorizaron estos tráfico para la identificación.

Una vez auditada la red he identificado los tráficos que cursa es necesario conocer el tipo de protocolos de capa transporte que pasan por los diferentes puertos en los que opera cada servicio, así como se establece la prioridad de cada uno de los tráficos, siendo estos elementos detallados en la siguiente tabla.

Tabla 33. Tramas y números de puertos de los tráficos

Tráficos	Prioridad	Protocolo de Capa transporte	Puertos
Telefonía IP	Alta	udp	10000 - 30000
SIP	Alta	udp	5060
Señalización	Alta	udp	1720
Video	Alta	udp	16384 - 16403
Base de datos	Media	udp	3306
DNS	Media	udp/tcp	53 - 53
Correo	Bajo	Tcp	25
FTP	Default	Tcp	20 datos – 21 control

Fuente: Diseño del proyecto

4.5.2 Marcaje

Para la elección del método de marcaje se ha elegido al método Differentiated Service ya que se puede basar en diferentes clases de QoS, además esta clasificación es usado por diferentes métodos como DSCP y de acuerdo a los niveles de prioridad se fueron asignando los assured forwarding o AF para los de prioridades medias, el class service para la señalización de voz y video y el expedited forwarding para la telefonía IP.

Tabla 34. Tipo de marcajes

Tráficos	Valor DSCP
Telefonía IP	EF
Señalización	CS3
Video	AF43
Base de datos	AF31
DNS	AF21
Correo	BE
FTP	BE

Fuente: Diseño de proyecto

Para administrar la congestión de tráfico se utiliza el mecanismo de encolamiento el cual controla el ancho de banda si es elevada o se excede del total de ancho banda de la red controlando la prioridad en cada uno de los tráficos.

4.5.3 Teorías de colas

La teoría de colas conlleva la asignación de paquetes en base a la clasificación de paquetes, clasificación que se ha realizado en las tablas anteriores. Debido a esta clasificación se puede realizar varios mecanismos que asigne prioridades al momento de encolamiento, así al momento de que exista congestión en la red, los dispositivos que pertenecen a la red pueden actuar de diferentes formas.

Entre los diferentes mecanismos que existen para el encolamiento, para el desarrollo de este tema se ha seleccionado para la voz el encolamiento de baja latencia o conocido como Low Latency queuing o LLQ ya que con este encolamiento no espera ni se da demora a los streaming que lleguen con marca EF haciendo que en el buffer del reuter identifica y procesa la información evitando así el retardo por procesamiento, y para el resto de servicios se aplicará el servicio Class-based weighted fair queuing o CBWFQ el cual aplica el criterio de tipo de marca con mayor o menor prioridad en el buffer del router ubicándolos según su orden de prioridad dando mayor importancia por ejemplo a la voz y dejando para el final de la cola a los tráficos menos prioritarios como serían el de correo y el FTP.

Tabla 35. Tipo de encolamiento

Tráficos	Valor DSCP	Nivel de Prioridad	Encolamiento
Telefonía IP	EF	Alta	LLQ
Señalización	CS3	Alta	CBWFQ
Video	AF43	Alta	CBWFQ
Base de datos	AF31	Alta	CBWFQ
DNS	AF21	Media	CBWFQ
Correo	BE	Default	CBWFQ
FTP	BE	Default	CBWFQ

Fuente: Diseño del proyecto

En base a lo expuesto durante este capítulo a continuación se expondrá una tabla donde se mostrará los diferentes criterios que se han evaluado.

Tabla 36. Criterios de consumo de ancho de banda (AB) de la red con sus diferentes elementos

Criterios de cableado estructurado	Capacidad AB	
Cable UTP Cat. 6A	10Gb	-
Equipos		
Switch Cisco Catalyst 9200	10/100/1000 Ethernet Ports	-
Dimensionamiento de Voz		Consumo de AB
VoIP		33,43Mbps
Dimensionamiento de Streaming		Consumo de Streaming
Video vigilancia		18,13Mbps
Total de consumo de AB		51,56Mbps

Fuente: Diseño del proyecto

Basados en la tabla anterior podemos observar que los consumos de streaming de video y el dimensionamiento de voz no superan las capacidades de los medios de transmisión y de los equipos activos de la red por lo que el sistema de cableado estructurado soporta los diseños propuestos para los servicios multimedia.

La calidad de servicio se podrá observar de acuerdo a los criterios establecidos en los momentos en que el tráfico comenzara a ser demasiado fuerte en recurrencia la calidad de servicio garantizará que el streaming de voz como de video con sus prioridades y teoría de colas sean los primeros tráfico en cursar la red evitando cualquier problema de retardo o jitter.

Para la realización del proyecto presentado se propondrá un presupuesto referencial de lo que el hospital IESS – Ibarra debe adquirir en la siguiente tabla.

Tabla 37. Presupuesto referencial

Producto	Cantidad	Valor Unitario	Total
Cable UTP Cat. 6A	2855m	1,27\$	3628,23
Conectores RJ-45	1400	0,60	840
Switch Cisco Catalyst 9200 capa 3 45 puertos	3	3049	9147
Switch Cisco Catalyst 9200 capa 2 24 puertos	10	1200	12000
Cámaras HikVision DS-2CD1043GO-I 4MP	37	95,50	3533,50
Servidor de voz			
		Total	29148,73

En base a este presupuesto referencial el hospital IESS – Ibarra podrá contar con una implementación nueva tanto de la infraestructura de red así como de nuevos servicios como es la comunicación de VoIP y video vigilancia, así esta institución, sus usuarios y perdonas en general podrán comunicarse de una forma mas efectiva y sentirse mas seguros.

5 CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al finalizar del presente proyecto de titulación se concluye que:

- El desarrollo de las redes convergentes es de gran utilidad para cualquier tipo de empresa o en este caso para el Hospital de Ibarra Nivel II del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Regional 8 ya que en una única red puede integrar voz, video y datos, ahorrando diferentes costos y dando una mayor flexibilidad y funcionamiento a la red.
- Al estudiar y analizar el estado actual del sistema de cableado estructurado ayuda a tener un mejor registro y control del mismo, además que con el levantamiento de información el hospital podrá contar por primera vez con un plano que indique las rutas del cableado, ubicaciones de los racks así como su etiquetamiento.
- Con el diseño de VoIP el hospital podrá estar comunicado de una manera más rápida y eficaz, dando una solución no solo a la parte administrativa sino también a la parte médica y de afiliados.
- Por cuestiones de la pandemia todas las áreas deben estar bien comunicadas para evitar movilizaciones innecesarias o acudir de forma inmediata hacia alguna emergencia que se presente.
- Por lo complejo de la transmisión del virus SarCov 2 tanto los pacientes internos de Covid como los pacientes internos por otro tipo de enfermedad han quedado aislados en lo que a comunicación con sus familiares se refiere ya que se encuentran prohibidas las visitas, es así que este diseño de red convergente pude soportar

cualquier tipo de aplicación de voz y video mejorando la comunicación tanto interna entre doctor y paciente en el hospital como de forma externa con sus familiares.

- Al ver los problemas de seguridad que tiene el hospital, al ser una institución que cada día recibe a cientos de personas la videovigilancia es indispensable para poder controlar y resguardar la seguridad más aun hoy en día en el cual debemos controlar las aglomeraciones de personas, vigilando de una forma centralizada y ordenada.
- Al observar el constante movimiento y crecimiento de nuevos departamentos tanto médicos como administrativos se determina también el cambio de la red LAN de forma lógica pero de mayor manera su topología física, brindo internet a departamentos los cuales no contaban con este servicio.
- Mediante el levantamiento de información actualizada se puedo determinar el número real de extensiones y de troncales telefónicas que se necesitan actualmente a la vez de tener una proyección hacia el futuro el cual permite una ampliación con escalabilidad y orden, permitiendo así tener una comunicación telefónica con una alta disponibilidad.
- Un sistema como una central telefónica diseñada en software libre admite cambiar y modificar el código dependiendo de las necesidades propias de cada institución, además de realizar escalabilidad del servicio el cual solo se puede ver limitado por la capacidad del canal de transmisión. Además, la compatibilidad del protocolo SIP el cual está presente en una gran variedad de dispositivos, hace que el sistema sea libre de elegir cualquier proveedor sin la necesidad de verse restringido a una marca o compañía.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda almacenar y tener respaldos sobre los planos del cableado y sus rutas, además de controlar el etiquetamiento de los puntos de red y dar un seguimiento o en su defecto retirar puntos de red que no se están utilizando o que por cambios en diferentes áreas quedan libres. También se debe llevar un registro actualizado de los diferentes puntos y rutas que se crean o que en su defecto se retiren.
- Aumentar el talento humano en el área de informática en una persona más, la cual en conjunto trabaje con el personal actual y lleven a cabo el control de la red de datos así como de la central telefónica ya que muchas veces el jefe de informática y único encargado de la red por circunstancias de trabajo tiene que alejarse de su área de trabajo, dejando al departamento de telecomunicaciones sin ningún remplazo y en caso de daños de red sin nadie a quien recurrir.
- Crear un puesto de monitoreo de video vigilancia el cual deberá ser instalado en la entrada de la puerta principal del hospital, así un escolta puede monitorear las cámaras y los escoltas restantes pueden seguir controlando el ingreso y salida de usuarios y afiliados.
- Se recomienda mejorar la seguridad física de los racks, ya que, al momento de realizar este estudio, se comprobó que el rack de Rayos x se encontraba sin llaves y sin ningún tipo de seguridad.
- Se recomienda cambiar la trayectoria del cableado estructurado ya que el ducto por donde está instalado actualmente está a dos metros de distancia de los ascensores, los cuales por su funcionamiento continuo pueden causar interferencia electromagnética por sus motores

REFERENCIAS

- (2015). Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar:>
http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/teleproc/Comunicaciones/Presentaciones_Proyector/TransmisiondeDatos.pdf
- AprendaRedes. (2019). *TIA/EIA 606A*. Obtenido de <https://www.aprendaredes.com/blog/tia606a/>
- Blachere. (2016). Obtenido de <https://lumicity.mx/la-fibra-optica-es-una-delgada-hebra-de-vidrio-o-silicio-fundido-que-conduce-la-luz/>
- Carballar, J. (2014). *VoIP*. Madrid: Thomson Editores Spain.
- Carrillo, E., & López, W. (2011). Carrillo, Elizabeth. López William. En E. L. Carrillo.
- Dunayevich, Brassara, & Alberch. (2014). *Seguridad en VoIP*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/169109/>
- Espinoza, P. (2012). *Estándar TIA 942*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/PatrickEsp/estndar-tia-942>
- Galeon. (2015). *CABLE DE FIBRA OPTICA*. Obtenido de <http://modul.galeon.com/aficiones1366320.html>
- García, J. (2015). *Que son las frecuencias de radio*. Obtenido de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_frec_radio/ke_frec_radio_2.html
- Garduno. (s.f.). *Tráfico en telefonía*. México. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/capitulo1.pdf

- Garduño, A. (2007). *Tráfico en telefonía*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/capitulo_1.html
- Gerber, J. (2014). *Software Libre en la Administración Pública: Experiencia en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Nacional de La Plata*. Obtenido de http://www.gecsi.unlp.edu.ar/documentos/Software-Libre-en-la-Administracion-Publica_revisado.pdf
- Godoy, P. (2015). “DISEÑO DE TELEFONÍA IP BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE URCUQUÍ”. En “*DISEÑO DE TELEFONÍA IP BAJO UNA PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE URCUQUÍ*”. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3767>
- Gonçalves , F. (2007). *Como construir y configurar un PBX con software libre Asterisk*. 1º. Edición.
- González, M. (2006). *Diseño del sistema de mejoramiento de seguridad y administración de tráfico para el ISP Internet Service Provider READYNET*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Guido, J. (2011). *Estructura Fibra Optica*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/juanguidoparadap/fibra-optica-10345295>
- Hospital de Ibarra - IESS. (2019). *Google Maps*. Obtenido de <https://maps.google.com/>
- <https://www.3cx.es>. (s.f.). Obtenido de <https://www.3cx.es/voip-sip/pbx-beneficios/>

- IESS. (s.f.). <https://www.iess.gob.ec>. Obtenido de <https://www.iess.gob.ec/es/web/guest/quienes-somos-cobertura>
- ITCA - Escuela de computacion. (2015). *ANSI/TIA/EIA 606*. Obtenido de https://virtual.itca.edu.sv/Mediadores/irmfi2/ITRMFI_02.htm
- Joskowicz, J. (2013). *Cableado Estructurado*. Obtenido de <https://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>
- JULIO, B., & PÉREZ, L. (2010). ESTUDIO COMPARATIVO DE UNA RED CONVERGENTE CON CALIDAD DE SERVICIOS (QoS). Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0062636.pdf>
- Marcano, D. (2012). *Conceptos y Elementos Básicos de Tráfico en Telecomunicaciones*. ATEL ASESORES C.A .
- Metacom. (2019). *Metacom El Estandar TIA-942. 3*. Obtenido de <https://cetmetacom.cl/ftecnicas/estandar-tia-942.pdf>
- PASPUEL, D. (2014). OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA DE ACCESO A INTERNET Y CONTROL DE TRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE APLICANDO CALIDAD DE SERVICIO (QoS). 13. Obtenido de OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA DE ACCESO A INTERNET Y CONTROL DE TRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE APLICANDO CALIDAD DE SERVICIO (QoS)
- PC Noobs. (2013). *Como Crear una Red Ad Hoc entre Windows XP y Windows 8* . Obtenido de <http://pcnoobs.blogspot.com/2013/07/como-crear-una-red-ad-hoc-entre-windows-xp-windows-8.html#.XIcHDaC23IU>

- Redes, F. (2013). *Cable de par trenzado*. Obtenido de <http://manualredesweb.blogspot.com/2013/01/cable-utp.html>
- revista.unam.mx. (2004). *Rutas de cableado vertical*. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num5/art28/art28-2b3.htm>
- Samboy, M. (2015). <https://es.slideshare.net>. Recuperado el 2019, de <https://es.slideshare.net/samboymanuel/tarea-9-conceptos-de-redes>
- Sellés, F. (2013). Manual Asterisk.
- SENATI. (2015). Implementación del cableado horizontal de datos. *Redes de computadoras y comunicación de datos*, 79.
- Sime&Goldie. (2009).
- Stalling, W. (2011). Comunicaciones y redes de computadores. España:Madrid: Editorial Pearson Educación. 7ma edición.
- Telecable. (2015). *Diferencias entre categorías de Cables de Par trenzados*. Obtenido de <https://www.telecable.com/blog/diferencias-entre-categorias-de-cables-de-par-trenzados/563>
- UIT-D, G. d. (2013). *Informe esencial sobre telefonía por el protocolo Internet (IP)*. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/hdb/D-HDB-IPT-2004-R1-PDF-S.pdf
- VoipForo. (s.f.). *IAX - Inter-Asterisk eXchange protocol* . Obtenido de <http://www.voipforo.com/IAX/IAX-ejemplo-mensajes.php>
- Voip-info. (2013). *A reference guide to all things VOIP*. Obtenido de <https://www.voip-info.org/>

Web, H. (s.f.). *La cabecera IPv4*. Obtenido de
<http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/red/cabipv4.html>

Zambrano, J., & Quiroga, G. (2013). *Diseño de una red multiservicios para el centro de rehabilitación médico No. 3 y la dirección Provincial MIES – INFA en Portoviejo*. Quito: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6705>.

ANEXO A

Plano Planta Baja del Hospital IESS – IBARRA RGNAL.8, en el cual se detallan los siguientes departamentos:

Departamentos
Medicina general
Cardiología
Oftalmología
Otorrinolaringología
Traumatología
Ginecología
Odontología
Central
Signos
Curaciones
Biólogos
Curaciones heridas
Medicina preventiva
Urología
Gastroenterología
Medicina interna
Nefrocirugía
Cirugía vascular
Odontología prótesis
Endocrinología

Nutrición

Farmacia

Oficina farmacia

Estadística

Trabajo social / edu.

Salud

Jefatura estadística

Rehabilitación

Bodega

Lavandería

Cocina

Ecónomo

Lab. recepción

Lab. emergencia

Hematología

Rayos X

Infecto logia

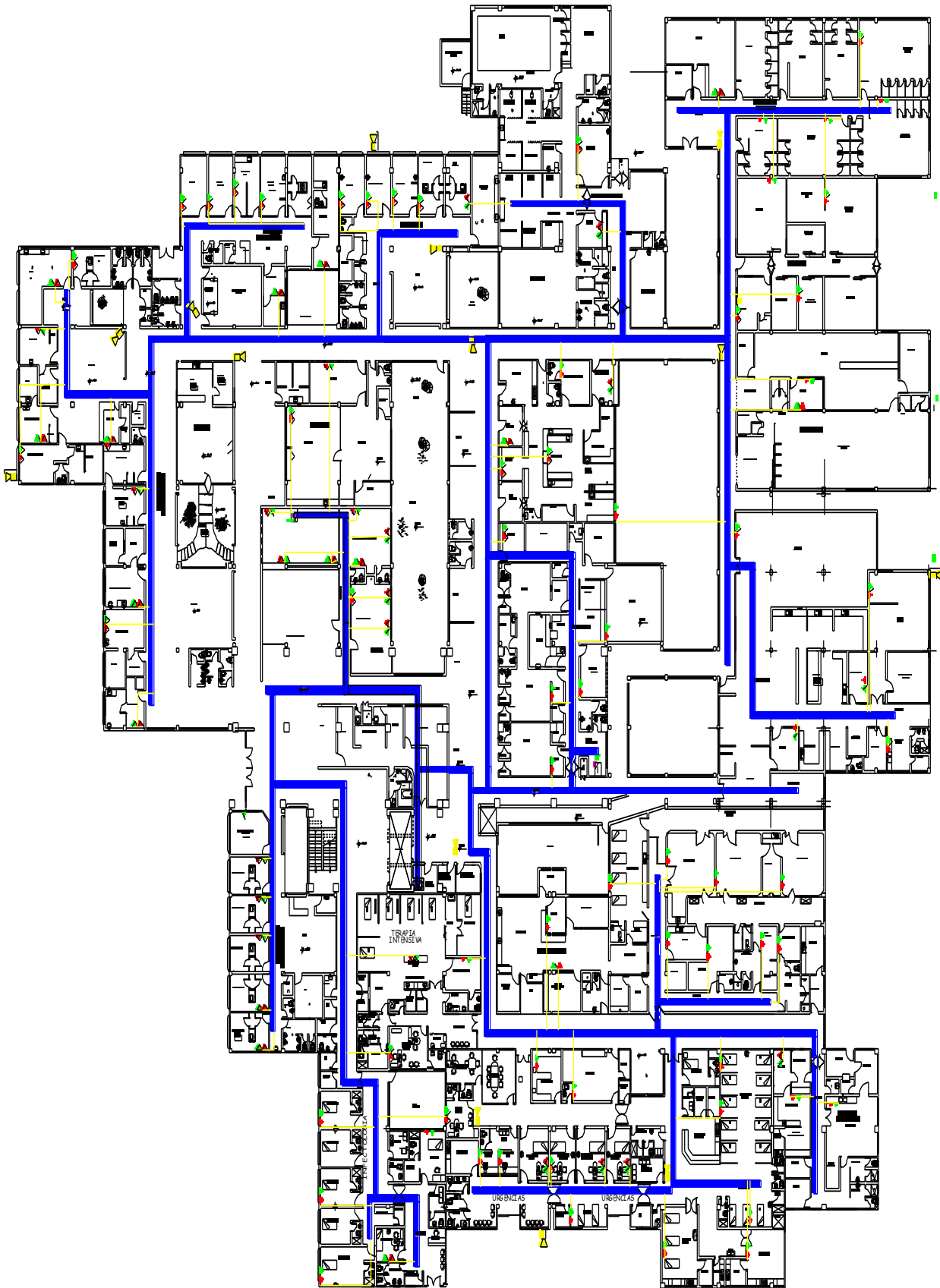
Terapia intensiva

Emergencia

Esterilización

PBX

También se detallará la ubicación de los diferentes racks y el cableado estructurado existente.



ANEXO B

Plano del primer piso, lugar donde se encuentra el área administrativa y es donde se encuentra ubicado el departamento de Informática y el Data Center.

BLOQUE 2	Dirección General
	Sub Dirección
	Informática - Data Center
PRIMER PISO	Personal
ÁREA	Tesorería
ADMINISTRATIVA	Dpto. Legal
	Dpto. Financiero
	Auditorio

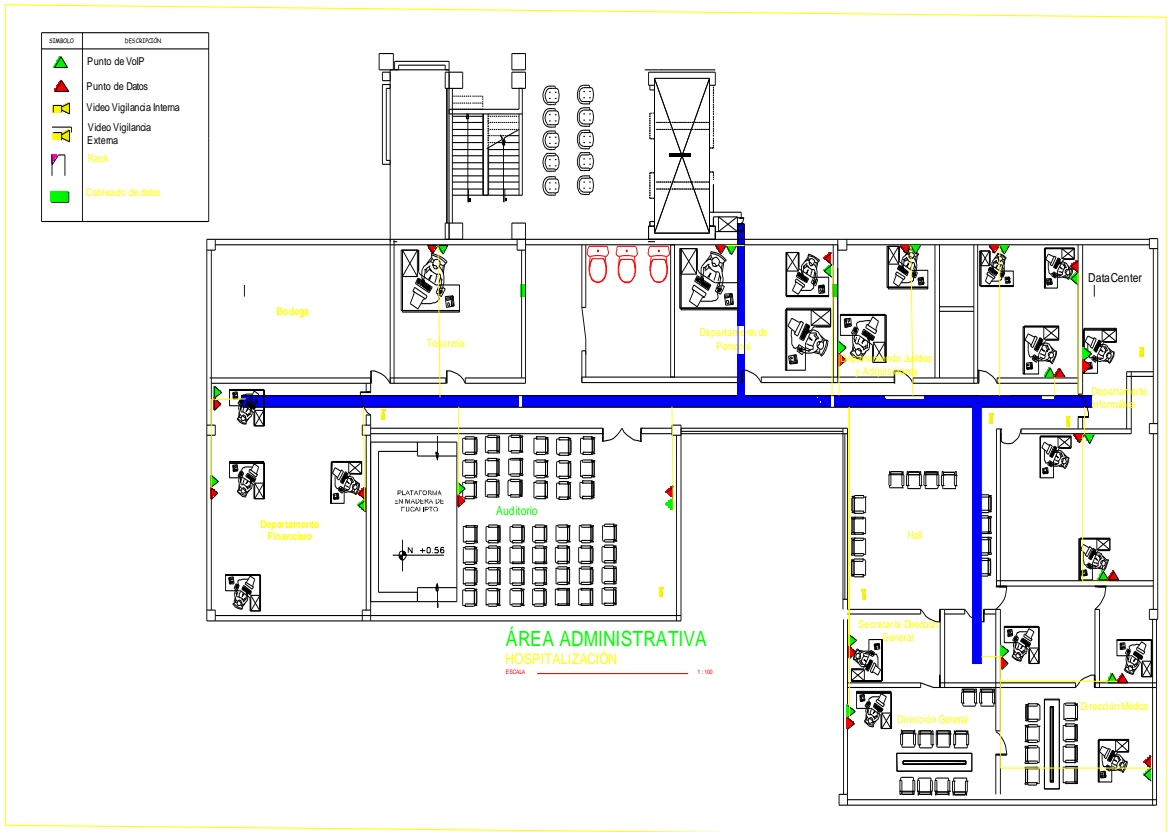


Figura B2 Recorrido del nuevo cableado *estructurado* Área Administrativa

Diseño realizado por Ronny Aguilar

ANEXO C

Plano de los pisos de hospitalización.

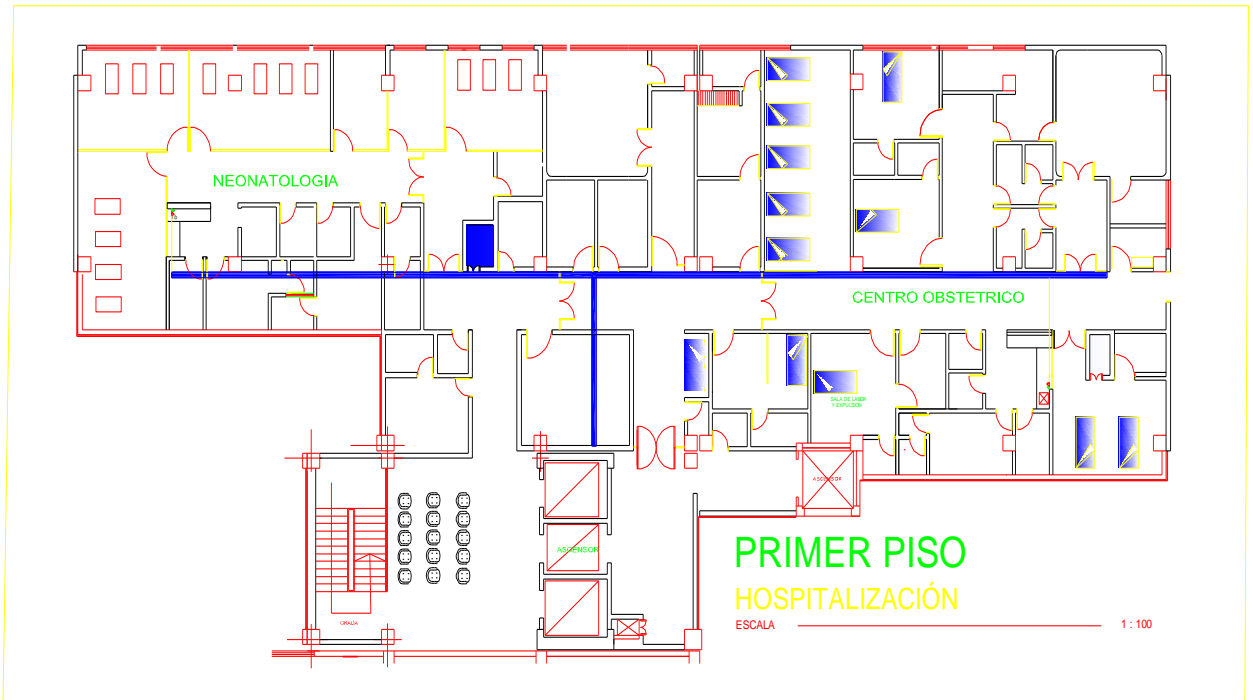
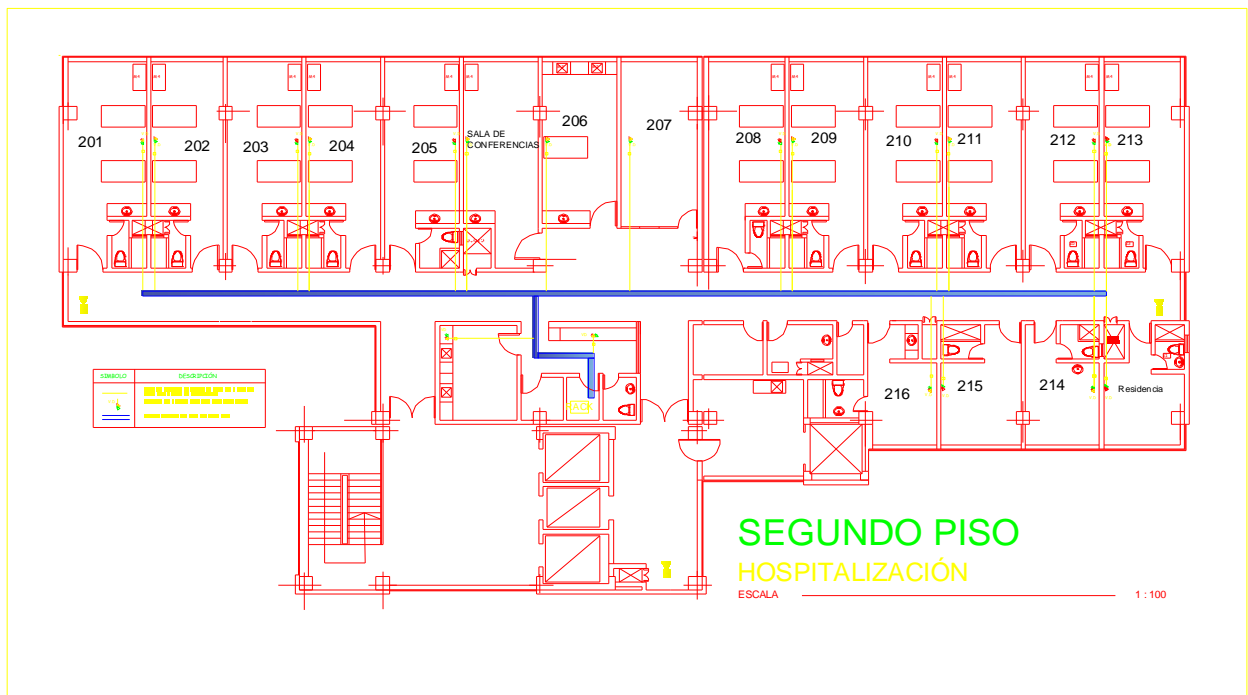
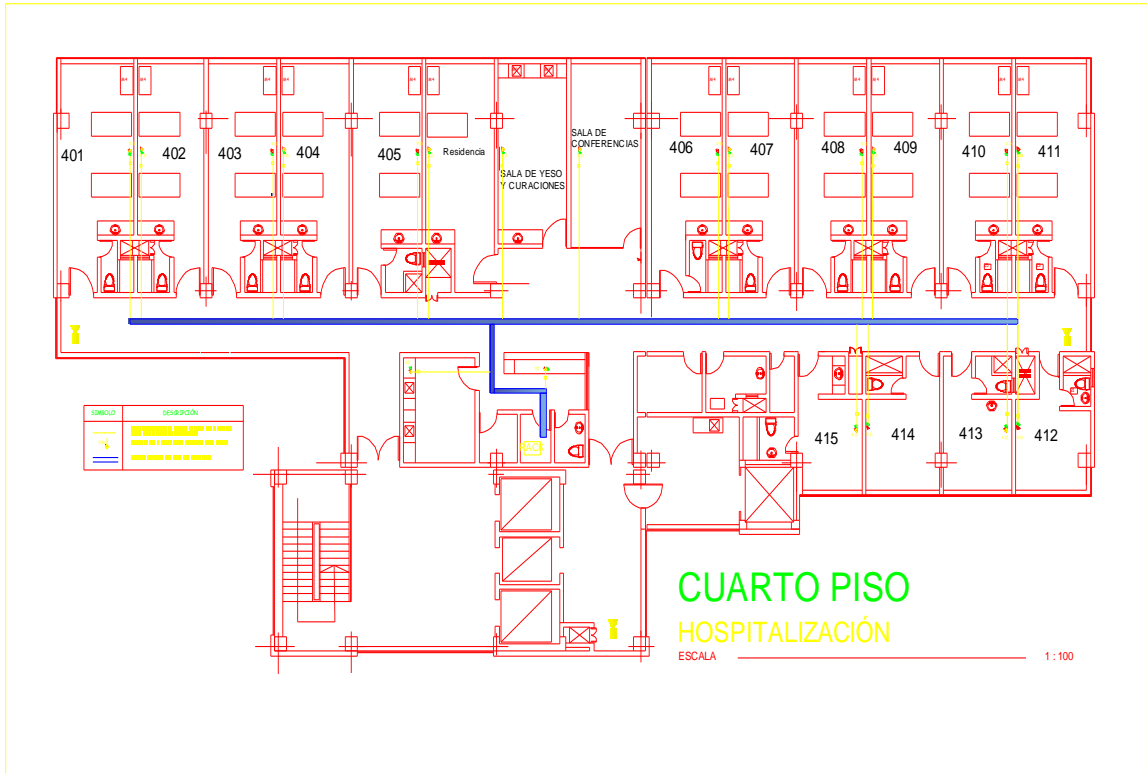
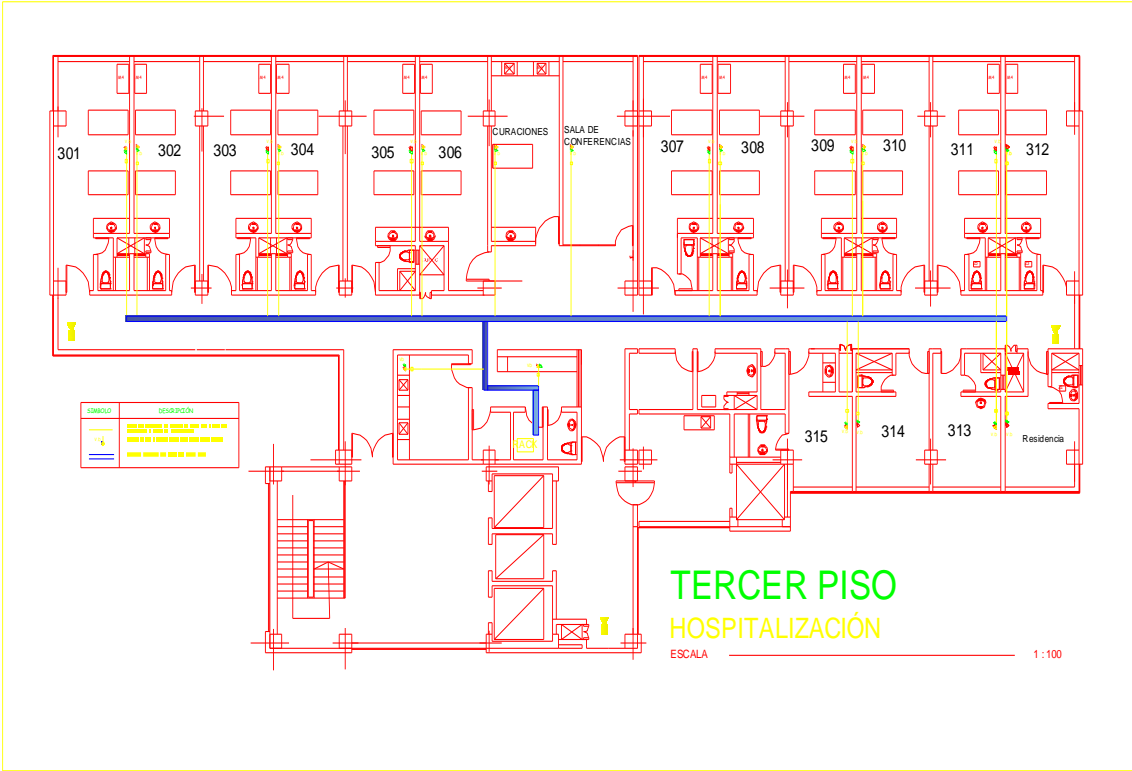
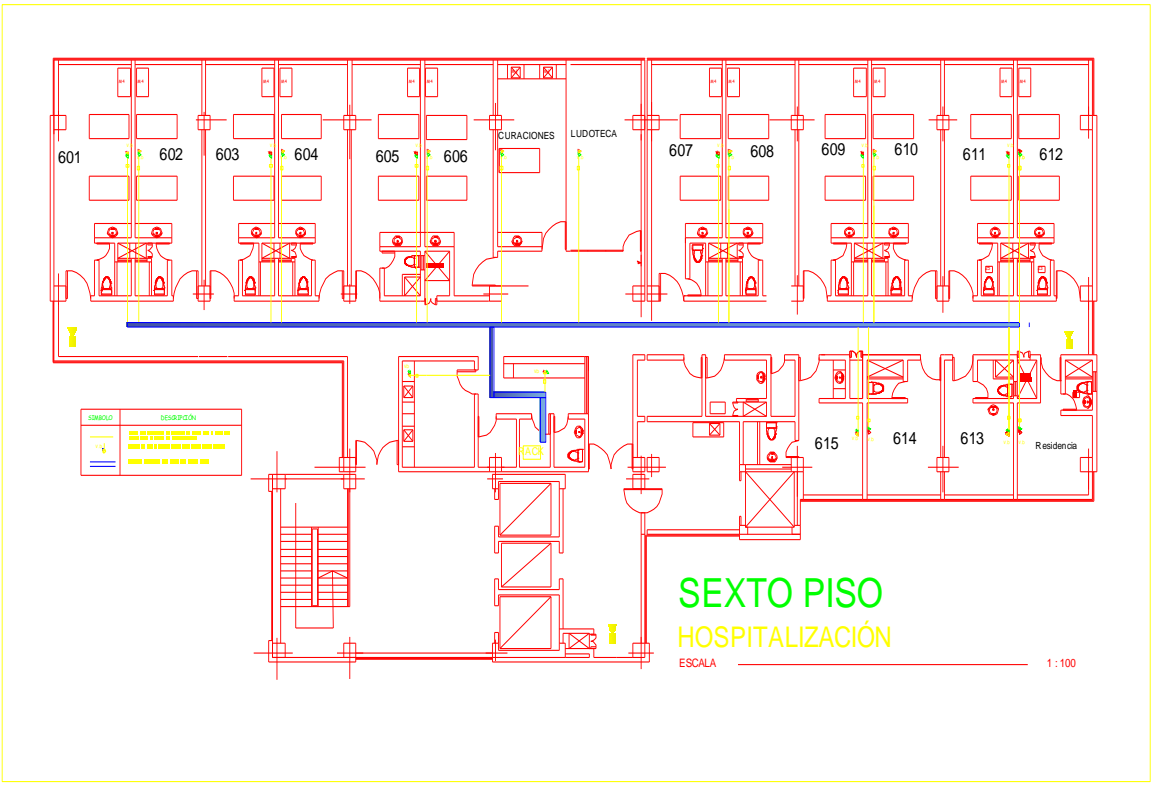
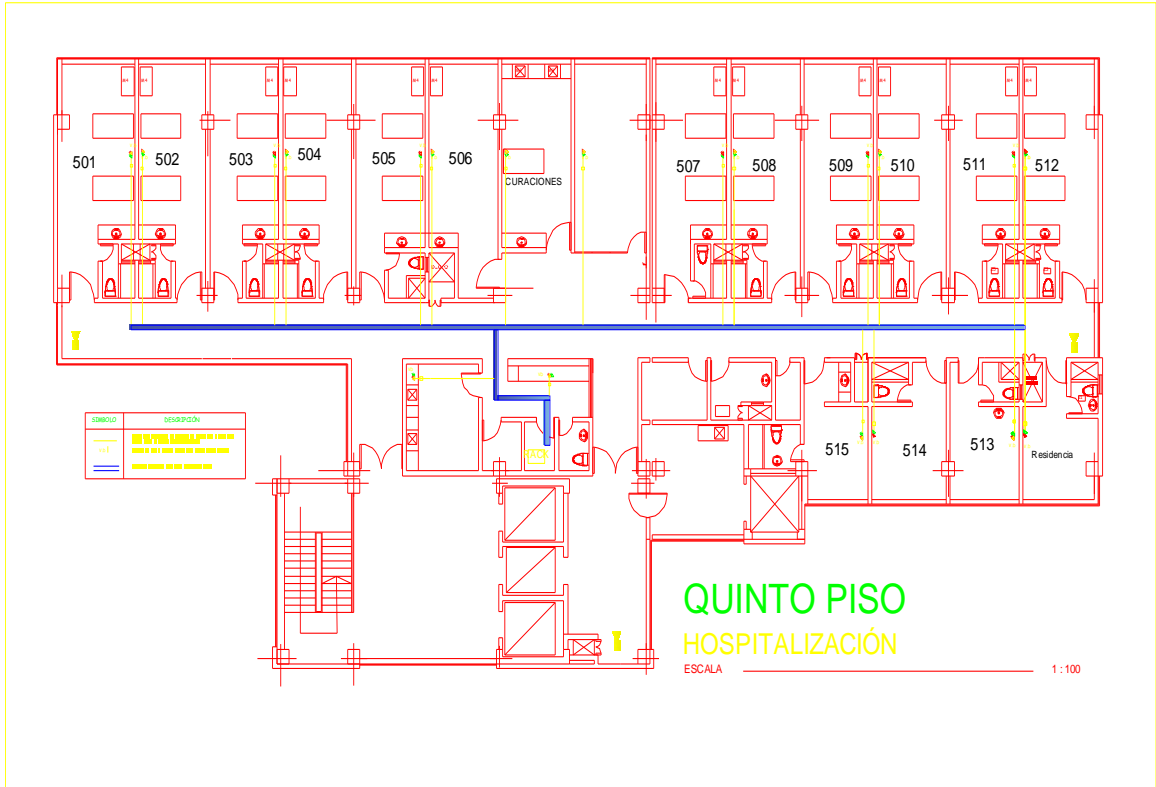


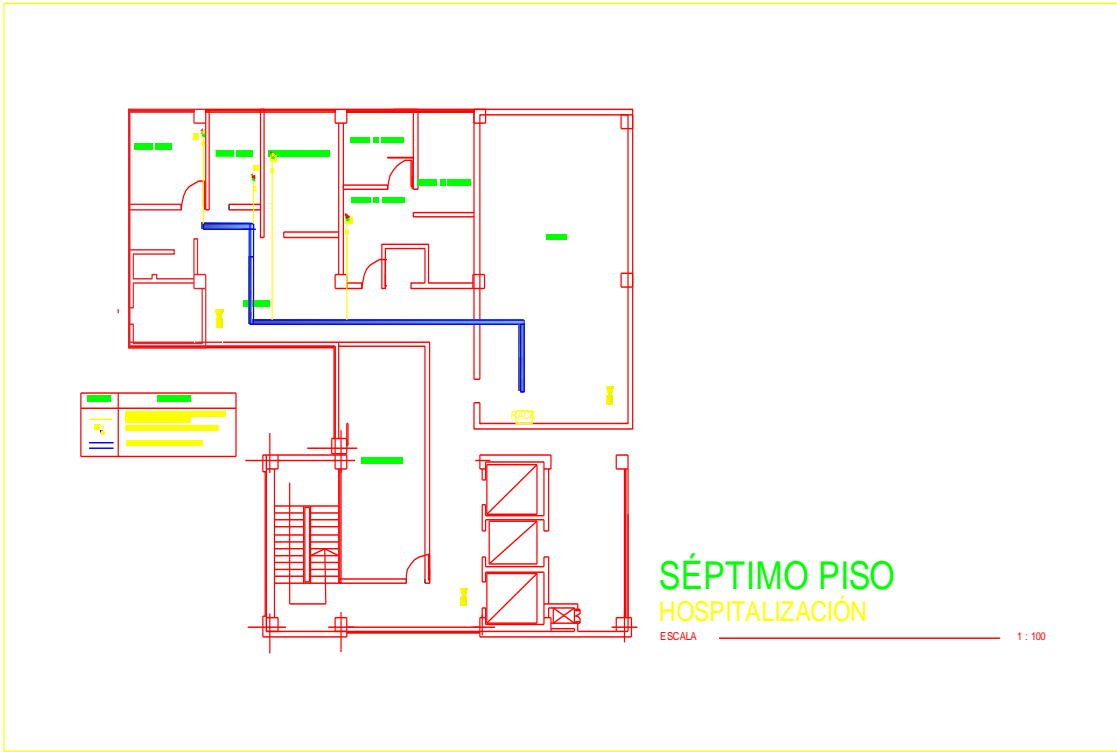
Figura A2 Recorrido del nuevo cablea estructurado Neonatología

Diseño realizado por Ronny Aguilar









ANEXO D

Tabla Erlang B

No. of Trunks (N)	Traffic (A) in erlangs for P =																
	0.1%	0.2%	0.5%	1%	1.2%	1.3%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%
1	0.001	0.002	0.005	0.010	0.012	0.013	0.02	0.020	0.031	0.053	0.075	0.111	0.176	0.250	0.429	0.667	1.00
2	0.046	0.065	0.105	0.153	0.168	0.176	0.19	0.223	0.282	0.381	0.470	0.595	0.796	1.00	1.45	2.00	2.73
3	0.194	0.249	0.349	0.455	0.489	0.505	0.53	0.602	0.715	0.899	1.06	1.27	1.60	1.93	2.63	3.48	4.59
4	0.439	0.535	0.701	0.869	0.922	0.946	0.99	1.09	1.26	1.52	1.75	2.05	2.50	2.95	3.89	5.02	6.50
5	0.762	0.900	1.13	1.36	1.43	1.46	1.52	1.66	1.88	2.22	2.50	2.88	3.45	4.01	5.19	6.60	8.44
6	1.15	1.33	1.62	1.91	2.00	2.04	2.11	2.28	2.54	2.96	3.30	3.76	4.44	5.11	6.51	8.19	10.4
7	1.58	1.80	2.16	2.50	2.60	2.65	2.73	2.94	3.25	3.74	4.14	4.67	5.46	6.23	7.86	9.80	12.4
8	2.05	2.31	2.73	3.13	3.25	3.30	3.40	3.63	3.99	4.54	5.00	5.60	6.50	7.37	9.21	11.4	14.3
9	2.56	2.85	3.33	3.78	3.92	3.98	4.08	4.34	4.75	5.37	5.88	6.55	7.55	8.52	10.6	13.0	16.3
10	3.09	3.43	3.96	4.46	4.61	4.68	4.80	5.08	5.53	6.22	6.78	7.51	8.62	9.68	12.0	14.7	18.3
11	3.65	4.02	4.61	5.16	5.32	5.40	5.53	5.84	6.33	7.08	7.69	8.49	9.69	10.9	13.3	16.3	20.3
12	4.23	4.64	5.28	5.88	6.05	6.14	6.27	6.61	7.14	7.95	8.61	9.47	10.8	12.0	14.7	18.0	22.2
13	4.83	5.27	5.96	6.61	6.80	6.89	7.03	7.40	7.97	8.83	9.54	10.5	11.9	13.2	16.1	19.6	24.2
14	5.45	5.92	6.66	7.35	7.56	7.65	7.81	8.20	8.80	9.73	10.5	11.5	13.0	14.4	17.5	21.2	26.2
15	6.08	6.58	7.38	8.11	8.33	8.43	8.59	9.01	9.65	10.6	11.4	12.5	14.1	15.6	18.9	22.9	28.2
16	6.72	7.26	8.10	8.88	9.11	9.21	9.39	9.83	10.5	11.5	12.4	13.5	15.2	16.8	20.3	24.5	30.2
17	7.38	7.95	8.83	9.65	9.89	10.0	10.19	10.7	11.4	12.5	13.4	14.5	16.3	18.0	21.7	26.2	32.2
18	8.05	8.64	9.58	10.4	10.7	10.8	11.00	11.5	12.2	13.4	14.3	15.5	17.4	19.2	23.1	27.8	34.2
19	8.72	9.35	10.3	11.2	11.5	11.6	11.82	12.3	13.1	14.3	15.3	16.6	18.5	20.4	24.5	29.5	36.2
20	9.41	10.1	11.1	12.0	12.3	12.4	12.65	13.2	14.0	15.2	16.3	17.6	19.6	21.6	25.9	31.2	38.2
21	10.1	10.8	11.9	12.8	13.1	13.3	13.48	14.0	14.9	16.2	17.3	18.7	20.8	22.8	27.3	32.8	40.2
22	10.8	11.5	12.6	13.7	14.0	14.1	14.32	14.9	15.8	17.1	18.2	19.7	21.9	24.1	28.7	34.5	42.1
23	11.5	12.3	13.4	14.5	14.8	14.9	15.16	15.8	16.7	18.1	19.2	20.7	23.0	25.3	30.1	36.1	44.1
24	12.2	13.0	14.2	15.3	15.6	15.8	16.01	16.6	17.6	19.0	20.2	21.8	24.2	26.5	31.6	37.8	46.1
25	13.0	13.8	15.0	16.1	16.5	16.6	16.87	17.5	18.5	20.0	21.2	22.8	25.3	27.7	33.0	39.4	48.1
26	13.7	14.5	15.8	17.0	17.3	17.5	17.72	18.4	19.4	20.9	22.2	23.9	26.4	28.9	34.4	41.1	50.1
27	14.4	15.3	16.6	17.8	18.2	18.3	18.59	19.3	20.3	21.9	23.2	24.9	27.6	30.2	35.8	42.8	52.1
28	15.2	16.1	17.4	18.6	19.0	19.2	19.45	20.2	21.2	22.9	24.2	26.0	28.7	31.4	37.2	44.4	54.1
29	15.9	16.8	18.2	19.5	19.9	20.0	20.32	21.0	22.1	23.8	25.2	27.1	29.9	32.6	38.6	46.1	56.1
30	16.7	17.6	19.0	20.3	20.7	20.9	21.19	21.9	23.1	24.8	26.2	28.1	31.0	33.8	40.0	47.7	58.1
31	17.4	18.4	19.9	21.2	21.6	21.8	22.07	22.8	24.0	25.8	27.2	29.2	32.1	35.1	41.5	49.4	60.1
32	18.2	19.2	20.7	22.0	22.5	22.6	22.95	23.7	24.9	26.7	28.2	30.2	33.3	36.3	42.9	51.1	62.1
33	19.0	20.0	21.5	22.9	23.3	23.5	23.83	24.6	25.8	27.7	29.3	31.3	34.4	37.5	44.3	52.7	64.1
34	19.7	20.8	22.3	23.8	24.2	24.4	24.72	25.5	26.8	28.7	30.3	32.4	35.6	38.8	45.7	54.4	66.1
35	20.5	21.6	23.2	24.6	25.1	25.3	25.60	26.4	27.7	29.7	31.3	33.4	36.7	40.0	47.1	56.0	68.1
36	21.3	22.4	24.0	25.5	26.0	26.2	26.49	27.3	28.6	30.7	32.3	34.5	37.9	41.2	48.6	57.7	70.1
37	22.1	23.2	24.8	26.4	26.8	27.0	27.39	28.3	29.6	31.6	33.3	35.6	39.0	42.4	50.0	59.4	72.1
38	22.9	24.0	25.7	27.3	27.7	27.9	28.28	29.2	30.5	32.6	34.4	36.6	40.2	43.7	51.4	61.0	74.1
39	23.7	24.8	26.5	28.1	28.6	28.8	29.18	30.1	31.5	33.6	35.4	37.7	41.3	44.9	52.8	62.7	76.1
40	24.4	25.6	27.4	29.0	29.5	29.7	30.08	31.0	32.4	34.6	36.4	38.8	42.5	46.1	54.2	64.4	78.1

Figura D 1 Tabla de Erlang B

ANEXO E

INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL MES DE OCTUBRE DEL 2012 DEPARTAMENTO DE ATENCION AL CLIENTE

1.- LLAMADAS AL PARLANTE		530
2.- AFILIACION ACTIVA DE 60 AÑOS		11
3.- JUBILACIONES Y MONTEPIOS		0
4.- PEDIDO DE ATENCION EN OTRAS UNIDADES (PASES):.....		98
5.- LLAMADAS SALIENTES (DAÑO EN LA CENTRAL TELEF)		97
6.- LLAMADAS ENTRANTES (DAÑO EN LA CENTRAL TELEF)		515
7.- ELEGORACION DE OFICIOS A PRESTADORAS EXTERNAS		
TOTAL:.....		1251

Ibarra, 6 de noviembre del 2012

Maria Alejandra M.
Sra. María Alejandra M.
OFICINISTA

HOSPITAL
IESS - IBARRA
Fecha: 05 NOV 2012
Recibido por: *aj*
Hora: 12:16
Anexos:

Copia: GERENCIA
DIRECCION MEDICA DEL HOSP. DEL IESS
ESTADISTICA

R. [Signature]
6 - Nov 2012

HOSPITAL HOSPITAL
ESTADISTICA
06-11-2012
Av. 5
12:20 pm

IESS-HOSPITAL DE IBARRA
ESTADISTICA
Recepción de Documentos
Fecha: 06-11-2012
Recibido por: *[Signature]*
Hora: 12:20 pm
Anexo: 1

INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL MES DE
 NOVIEMBRE DEL 2012 DEPARTAMENTO DE ATENCION AL CLIENTE

1.- LLAMADAS AL PARLANTE		511
2.- AFILIACION ACTIVA DE 60 AÑOS		4
3.- JUBILACIONES Y MONTEPIOS		0
4.- PEDIDO DE ATENCION EN OTRAS UNIDADES (PASES)		87
5.- LLAMADAS SALIENTES (DAÑO EN LA CENTRAL TELEF)		111
6.- LLAMADAS ENTRANTES (DAÑO EN LA CENTRAL TELEF)		585
7.- ELABORACION DE OFICIOS A PRESTADORAS EXTERNAS		
TOTAL:.....		1298

Ibarra, 3 de diciembre del 2012

Maria Lourdes M.
 Sra. María Lourdes M.
 OFICINISTA

2012-12-03
 en
 JS4221

Copia: GERENCIA
 DIRECCION MEDICA DEL HOSP. DEL IESS
 ESTADISTICA

DIRECCION HOSPITAL
 IESS - IBARRA
 Fecha: 2012-12-03
 Recibido por: ay
 Hora: JS448

HOSPITAL
 IESS - IBARRA
 Fecha: 3 DIC. 2012
 Recibido por: ay
 Hora: 15:40
 Anexos:

INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL MES DE
 DICIEMBRE DEL 2012 DEPARTAMENTO DE ATENCION AL CLIENTE

1.- LLAMADAS AL PARLANTE		467
2.- AFILIACION ACTIVA DE 60 AÑOS		13
3.- JUBILACIONES Y MONTEPIOS		0
4.- PEDIDO DE ATENCION EN OTRAS UNIDADES (PASEO)		72
5.- LLAMADAS SALIENTES (DAÑO EN LA CENTRAL TELEF)		73
6.- LLAMADAS ENTRANTES (DAÑO EN LA CENTRAL TELEF)		556
7.- ELEBORACION DE OFICIOS A PRESTADORAS EXTERNAS		
TOTAL:.....		1181

Ibarra, 3 de enero del 2013


 Sr. María Andrade M.
 OFICINISTA

DIRECCION HOSPITAL
 IESS - IBARRA
 Fecha: 2013-01-03
 Recibido por: JSH35

HOSPITAL
 IESS - IBARRA
 Fecha: 3.ENE. 2013
 Recibido por: JSH16
 Hora: 15:16
 Anexos:

Copia GERENCIA
 DIRECCION MEDICA DEL HOSP. DEL IESS
 ESTADISTICA

IESS-HOSPITAL DE IBARRA
 ESTADISTICA
 Recepción de Documentos
 Fecha: 2013-01-03
 Recibido por: JSH16
 Hora: 15:16
 Anexos:

ANEXO F

INSTALACIÓN ASTERISK

Para proceder a la instalación de Asterisk en nuestro software libre Ubuntu necesitamos instalar algunos paquetes utilitarios para su correcto funcionamiento además para poder realizar una conexión remota mediante ssh⁴.

Una vez instalado ya nuestro sistema debemos entrar como súper usuarios y actualizar nuestro sistema con las siguientes líneas.

```
root@server:~$ sudo apt-get update
```

Después de actualizar nuestro sistema es necesario escribir upgrade para que las actualizaciones encontradas se instalen.

```
root@server:~$ sudo apt-get upgrade
```

Realizado las actualizaciones instalamos las siguientes librerías con las cuales trabaja Asterisk.

openssh-server: instala ssh para monitoreo remoto seguro.

Instalar algún editor de texto como VIM o NANO por ejemplo.

Buil-essential: es un paquete que contiene varias herramientas para la instalación y creación de programas en Linux

Libxml2-dev: lenguaje que permite diseñar nuestro propio lenguaje de etiquetas.

Ncurses-dev: es una biblioteca que ofrece una interfaz de programación de aplicaciones, basa en texto.

Mpg123: es una librería para la decodificación de archivos MP3

⁴ SSH Secure Shell (asegura comunicaciones seguras entre dos equipos de forma remota)

Una vez instalado estos paquetes y librerías debemos instalar el código fuente de Asterisk los cuales nos ofrece la propia página de Asterisk (www.asterisk.org), copiando el enlace y procedemos a descargarnos con el siguiente comando.

```
root@asterisk:~# wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/certified-asterisk/certified-asterisk-1.8.15-current.tar.gz
```

INSTALACIÓN ASTERISK

Una vez descargado Asterisk procedemos a descomprimirla:

```
root@asterisk:~#tar -xvzf asterisk-1.8.15-current.tar.gz
```

Después ejecutamos el comando **./configure** con el cual se validará librerías y dependencias de nuestro servidor para que asterisk pueda ser compilado.

Ejecutando el comando **make menuselect** seleccionaremos los módulos que cargaremos en Asterisk como:

CORE-SOUNDS-ES-GSM y EXTRA-SOUNDS-EN-GSM: conjunto de sonidos estándares en varios formatos

Asterisk-sounds: voces pregrabadas.

Asterisk-addons: software adicional.

Libpri: Librería para gestionar enlaces RDSI primarios.

Ya instalados estas librerías ahora si compilamos con **make**.

Make install: instalamos programas y módulos.

Make samples: instalamos los ejemplos existentes en asterisk.

Make config: instala scripts para asterisk inicie con nuestro servidor.

Iniciando Asterisk

Finalmente iniciamos el servicio de Asterisk con:

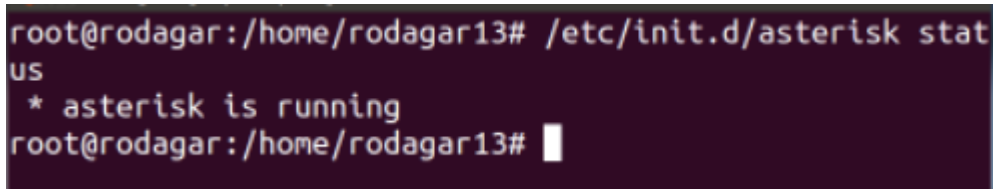
```
root@asterisk:~#/etc/init.d/asterisk start
```

Dando como resultado el siguiente mensaje:

Starting Asterisk PBX: asterisk

Para verificar el estado de asterisk podemos utilizar

```
root@asterisk:~#/etc/init.d/asterisk status
```



```
root@rodagar:/home/rodagar13# /etc/init.d/asterisk status
US
* asterisk is running
root@rodagar:/home/rodagar13#
```

Figura E1. Código para comprobar que asterisk está corriendo en nuestro sistema

Asterisk no es controlado directamente por el usuario trabajando en un segundo plano siendo conocido como Daemon⁵ por lo cual toca llamarlo con el siguiente comando:

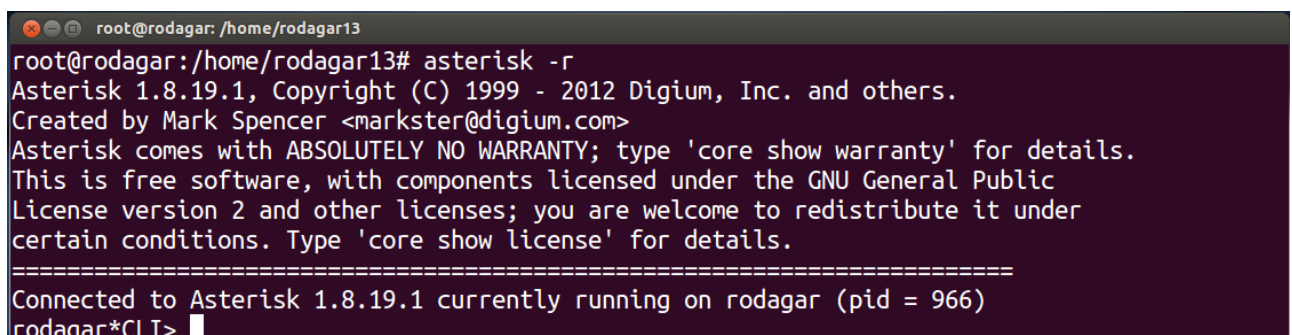
```
root@asterisk:~#/sudo asterisk
```

CLI DE ASTERISK

Teniendo inicializado nuestro sistema asterisk, este nos permite acceder mediante su propia CLI⁶. Para esto escribimos el siguiente comando.

```
root@asterisk:~#/asterisk -r
```

Desplegándose la siguiente pantalla.



```
root@rodagar:/home/rodagar13# asterisk -r
Asterisk 1.8.19.1, Copyright (C) 1999 - 2012 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.8.19.1 currently running on rodagar (pid = 966)
rodagar*CLI>
```

Figura E2 Pantalla de la CLI de Asterisk

⁵ Daemon. demonio

⁶ CLI. Command Line Interface

Esta pantalla o estas líneas dan a conocer inicialmente algunas características de asterisk como su versión, sus creadores, licencias etc., además proporciona un parámetro llamado PID el cual es el número de proceso que se está ejecutando en el servidor. Para poder ver el número de procesos independientemente debemos escribir el siguiente código **root@asterisk:~#ps -aux**.

También podemos actualizar cambios en los archivos de asterisk así como observar las cuentas de usuarios que existen.

Además desde la cli también podemos detener todo el proceso de asterisk dependiendo de las necesidades con los siguientes comandos:

stop now: *Detiene al instante el proceso de Asterisk.*

stop when convenient: *detiene Asterisk cuando no exista carga.*

stop gracefully: *detiene cuando no exista carga y no haya peticiones de llamadas a partir de este momento. (Erráz, F, Pupiales, F., (octubre, 2008) “DISEÑO DE UNA RED WAN DE DATOS, TELEFONÍA IP Y PÁGINA DE SERVICIOS DE INTRANET PARA LA DISTRIBUIDORA FARMACÉUTICA CUENCA YÉPEZ .Recuperado del repositorio digital EPN”)*

VERBOSE

Es el nivel de detalle que se desea obtener sobre de mensajes que se recibe sobre los eventos generales de una llamada, a mayor cantidad de verbose mayor cantidad de información. No es recomendable tener un verbose muy alto ya que habrá mucha información que no podremos procesar por la velocidad de los eventos y por la cantidad de información al igual que no es recomendable tener un verbose muy bajo ya que de igual forma nos perderemos mucha información.

Para determinar el nivel de verbose se configura de la siguiente manera:

Asterisk vvv: al arrancar al daemon podemos aumentar la letra v para determinar el nivel de detalle que queremos.

Asterisk -rvvvvv: ya conectadas al daemon podemos realizar el paso anterior pero anteponiendo el signo menos seguido de la letra r.

CLI>set verbose 20: desde la cli podemos aumentar el nivel de detalle pero esta vez solo poniendo un número o una cantidad determinada.

DEBUG

Su funcionamiento es similar al de Verbose indicando los mensajes que se recibirán sobre eventos del sistema pero este es aplicado a la depuración de problemas presentes en aplicaciones.

Sudo asterisk dddd: al iniciar el daemon.

Sudo asterisk -rddd: al conectarse al daemon

TERMINOLOGÍA DE ASTERISK

La mayoría de sistemas siempre traen consigo sus propios códigos o lenguajes con lo cual es indispensable tener el conocimiento previo de los principales comandos para un manejo adecuado del sistema.

Dialplan: Este comando define el recorrido lógico en la central que realiza una llamada desde el momento que ingresa en el sistema hasta su punto de destino.

Canal: Es el encargado de conducir una llamada entrante o saliente dentro de la central asterisk.

Extensión: es la adhesión de una secuencia de comandos o números los cuales se pueden dar cuando.

Contexto: Es un grupo de extensiones, definiendo de una mejor manera el dialplan pudiendo aplicar medidas de seguridad y la creación de menús.

Aplicación: Conjunto de comandos de una extensión, controlan la llamada y al sistema en general, siendo algunas las siguientes.

Hangup: permite colgar llamada.

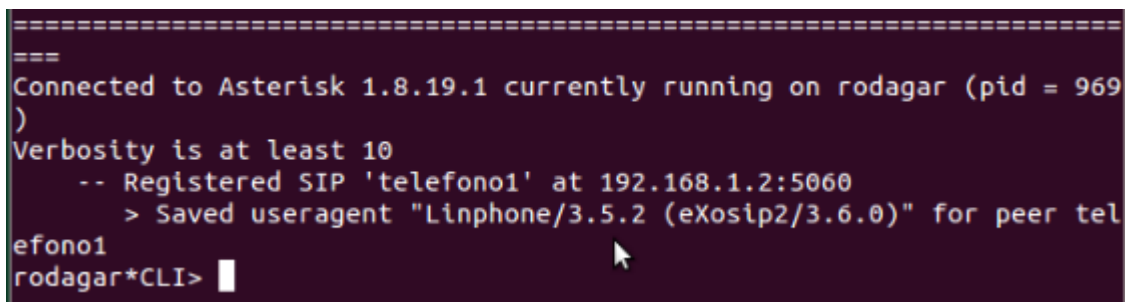
PlayBack: Reproduce un fichero de sonido.

Dial: Encargado de realizar una llamada saliente.

Goto: Permite realizar un salto a otro contexto o extensión.

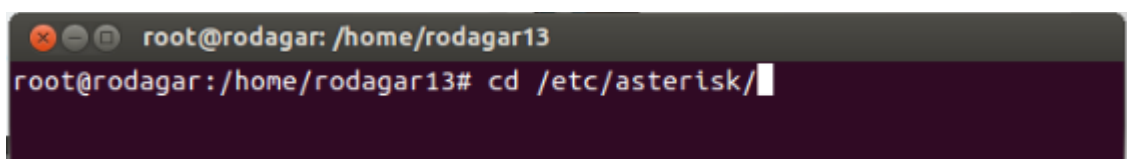
ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE ASTERISK

La configuración de asterisk se puede llevar a cabo de dos formas, ingresando comandos por su interprete CLI o editando sus archivos .conf ubicados en `cd /etc/asterisk`.



```
=====  
===  
Connected to Asterisk 1.8.19.1 currently running on rodagar (pid = 969  
)  
Verbosity is at least 10  
  -- Registered SIP 'telefono1' at 192.168.1.2:5060  
    > Saved useragent "Linphone/3.5.2 (eXosip2/3.6.0)" for peer tel  
efono1  
rodagar*CLI> █
```

Figura E3. Archivos de configuración de Asterisk (Primera Forma)



```
root@rodagar: /home/rodagar13  
root@rodagar:/home/rodagar13# cd /etc/asterisk/ █
```

Figura E4. Archivos de configuración de Asterisk (Segunda Forma)

Para tener un mejor control y orden de los pasos que se están realizando es recomendable utilizar este último.

Algunos de los ficheros principales que permiten la configuración del sistema son:

Asterisk.conf: donde se configura todos los componentes de asterisk.

Extensions.conf: comando que nos permite configurar nuestra central telefónica.

Sip.conf: nos permite configurar nuestros clientes SIP que pueden conectarse a nuestra central asterisk.

Iax.conf: conexiones inter-asterisk.

Voicemail.conf: nos permite configurar vuestro buzón de voz para cada uno de nuestros clientes SIP.

Meetme.conf: creamos una sala de interacción donde hay varios participantes.

CONFIGURACIÓN CANALES SIP

Los archivos para configurar los canales sip.conf se encuentran ubicados en el directorio `cd /etc/asterisk`. Este directorio cuenta con ayudas y ejemplos que nos sirven de guía para la configuración de nuestro sistema.

Para ingresar a la configuración de sip.conf debemos utilizar un editor de textos como por ejemplo vim⁷. La configuración de sip.conf cuenta con varias secciones las cuales mencionaremos a continuación sus principales:

DIALPLAN

Dialplan plan de marcado es el corazón de cualquier sistema de PBX incluyendo Asterisk, en donde se configuran una extensión, extensión a un grupo de extensiones y es el que provee la lógica del sistema.

Dialplan a su vez contiene varios componentes los cuales son:

Contextos

Extensiones

Prioridades

Aplicaciones

Para definir todos los componentes debemos ingresar al archivo

⁷ VIM *Vi **IM**proved* o *Vi Mejorado* es un potente y avanzado editor de texto que posee su propia línea de comandos

vim extensions.conf

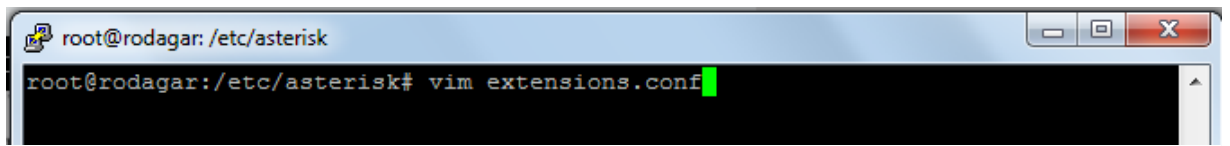


Figura E5 Ingresar a las extensiones vim

CONTEXTOS

Un contexto es el nivel superior de configuración que da reglas, políticas de seguridad y delimita clases o características a los usuarios, a la vez que da servicios a los usuarios del PBX. Son nombres que se da a un grupo de extensiones que pueden cumplir con diferentes propósitos y pueden interactuar entre ellos.

Para utilizar un contexto debemos ingresar a extensions.conf. Sus comandos deben ir dentro de un corche y escribir sin espacios o seguidos de guiones, por ejemplo:

```
context=[usuarios]
```

Las instrucciones por debajo de un contexto son parte de ese mismo contexto hasta que otro nuevo contexto sea declarado.

Los contextos principales al inicio de extensions.conf son:

```
[general]
```

Es el que contiene parámetros generales del dialplan, y:

```
[globals]
```

Que contiene variables generales del sistema, que serán utilizados por los contextos siguientes.

EXTENSIONES

Las extensiones son un conjunto de acciones y no solo un teléfono más. Las extensiones da nombre de la extensión, prioridad de extensión y su aplicación, todas estas están dentro de un contexto, su sintaxis es exten seguido de una flecha, por ejemplo.

Exten => nombre, prioridad, aplicación

```
[users]
exten => 2001,1,Dial(SIP/telex1,20)
exten => 2002,1,Dial(SIP/telex2,20)
```

Figura E6. Configuración de extensiones

Para que una extensión este completa debe estar compuesta por el nombre o número de la extensión, su prioridad, que son los pasos a seguir y la aplicación o comandos que es la acción que realizara la llamada.

PRIORIDAD

Las prioridades son el nivel de importancia que tiene cada acción la cual siempre debe empezar en uno y las siguientes serán representadas por la letra n para evitar renombrar en caso de modificar nuestras prioridades, por ejemplo:

Exten =>1001,1, paso1

Exten =>1001,n, paso2

```
exten => 2001,1,Dial(SIP/telex1,20)
exten => 2002,n,Dial(SIP/telex2,20)
exten => 2002,n,Dial(SIP/telex2,20)
```

Figura E7. Configuración de extensiones con remplazo de prioridad n

APLICACIONES

Las prioridades en dialplan llama a aplicaciones, las cuales pueden ser reproducir un sonido, ir a un buzón de voz, contestar o colgar una llamada, etc. Las aplicaciones pueden ser:

Answer: que permite que automáticamente conteste una llamada.

exten =>1001,1,Answer()

Playback: automáticamente reproduce un sonido grabado en diferentes formatos como gsm, wav, mp3, etc.

```
exten => 1001,1, Playback(hola)
```

Hangup: cuando se quiere que una llamada se cuelgue y no quede activa.

```
exten => 1001,1, Hangup()
```

CONFIGURACIÓN CENTRAL ASTERISK

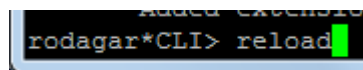
La configuración de la central asterisk se puede realizar mediante dos métodos, siendo estos:

Su CLI que es el interface de línea de comando de asterisk.

Modificando sus ficheros de configuración mediante **extensions.conf** los cuales están ubicados en el directorio de de asterisk, **cd /etc/asterisk**.

Para tener un mejor control de las configuraciones y modificaciones realizadas se recomienda utilizar extensions.conf.

Asterisk al iniciar carga su sistema automáticamente, no obstante los cambios y configuraciones realizadas en los ficheros no cambiarán hasta que recargemos el sistema desde CLI.



```
rodagar*CLI> reload
```

Figura D.9. Código para recargar la CLI

FIGURA E 8 Reiniciar Astersik

Los ficheros más utilizados para realizar configuraciones son los siguientes:

extensions.conf

extensions.conf.ori

aix.conf

voicemail.conf

features.conf

musicconhols.conf

SECCIÓN GENERAL

En la sección general definimos todos los aspectos y variables generales que afectan y necesita todos los canales SIP. Para editar este fichero utilizaremos el editor de textos vim.

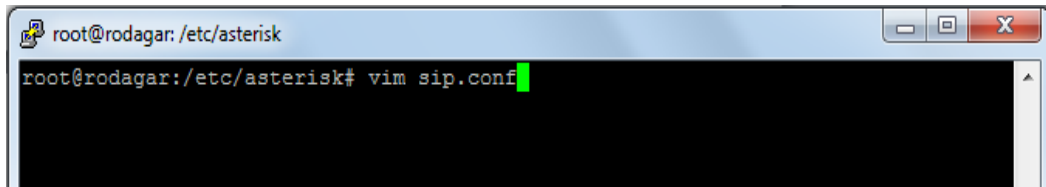


Figura E9. Definición de puertos SIP.

Entre las variables importantes de la sección general tenemos:

port: puerto para escuchar las peticiones SIP (5060).

nat: informa a asterisk el tipo de NAT⁸ en el que se encuentra

externip: Indica la dirección IP pública que se encuentra detrás del NAT.

allow y disallow: permite especificar cuáles son los codecs. Allow (permitidos) y disallow (no permitidos).

dtmfmode: determina el método por el cual se enciarán los tonos que generan los dígitos pulsados durante una conversación.

context. Contexto por defecto que se aplicará en todas las llamadas entrantes por SIP.

Allowguest: deshabilita llamadas no autenticadas.

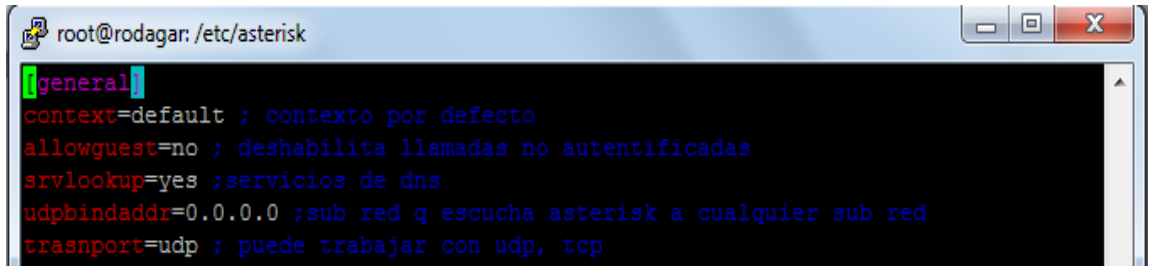
Srvlookup: proporciona servicio de DNS⁹.

⁸ NAT Network Address Translation

⁹ DNS Domain Name System

udpbindaddr: nos sirve para decir en que sub red va a estar escuchando el servicio de asterisk.

transport: indica sobre que protocolo puede trabajar.



```
root@rodagar: /etc/asterisk
[general]
context=default ; contexto por defecto
allowguest=no ; deshabilita llamadas no autenticadas
srvlookup=yes ; servicios de dns
udpbindaddr=0.0.0.0 ; sub red q escucha asterisk a cualquier sub red
transport=udp ; puede trabajar con udp, tcp
```

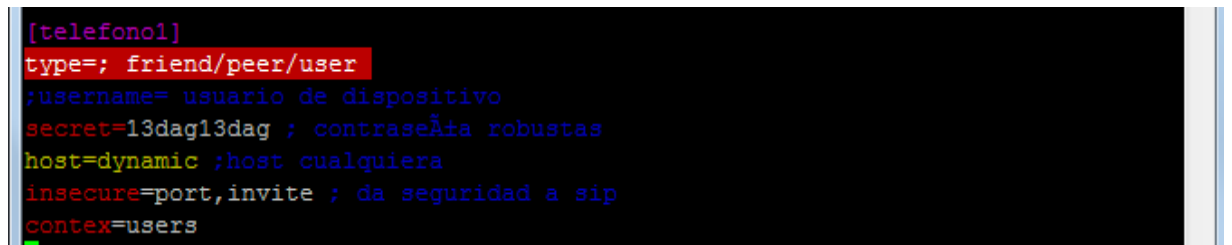
CLIENTES SIP

Para definir los clientes SIP se realiza dentro del archivo sip.conf. Existen clientes de tres tipos.

1 Figura E10 Configuración General de Asterisk

peer: sólo recibe llamadas del servidor asterisk el cual representa a un proveedor.

friend: puede recibir y enviar llamadas el cual representa a un usuario.



```
[telefon01]
type=; friend/peer/user
;username= usuario de dispositivo
secret=13dag13dag ; contraseña robusta
host=dynamic ; host cualquiera
insecure=port,invite ; da seguridad a sip
contex=users
```

Figura E11. Configuración clientes Sip

Para definir un usuario SIP se debe utilizar los siguientes comandos.

[nombre XXX]

type=friend/peer/user

variable=valor

Las principales variables de una cuenta SIP que se definen son:

type: permite recibir y enviar llamadas.

Context: contexto haci el cual ingresan las llamadas generadas.

Host: dirección IP de un usuario la cual puede ser remota o dinámica.

Username: nombre de usuario para la cuenta.

Secret: contraseña de acceso.

Nat: indica si el cliente se encuentra tras una NAT¹⁰.

Insecure: brinda mayor seguridad a SIP.

Una vez configurado los usuarios necesarios debemos recargar y actualizar las configuraciones realizadas para que los cambios sean válidos. Desde la CLI podemos recargar con el siguiente comando.

CLI> sip reload

```
Connected to Asterisk 1.8.19.1 currently running on rodagar (pid = 1073)
Verbosity is at least 4
rodagar*CLI> sip reload
Reloading SIP
rodagar*CLI> █
```

Figura E12. Recargar la CLI

Para poder visualizar nuestros usuarios SIP que se registraron utilizamos el siguiente comando:

CLI> sip show peers

```
root@rodagar: /etc/asterisk
rodagar*CLI> sip show peers
Name/username      Host
t ACL Port      Status
gerencia_lap/602   (Unspecified)   D   N
0                 Unmonitored
telefono1/telefono1 192.168.1.2     D   N
5060              Unmonitored
telefono2          (Unspecified)   D   N
0                 Unmonitored
3 sip peers [Monitored: 0 online, 0 offline Unmonitored: 1 online, 2 offline]
rodagar*CLI> █
```

Figura E13. Visualización de clientes SIP ya registrados

¹⁰ NAT Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red

DIALPLAN

Dial plan o plan de marcado mencionado anteriormente es la parte medular de nuestra central, es la parte lógica de nuestra central Asterisk.

Con Dialplan podemos configurar extensiones, menús o grupos de extensiones que se dividen en varios contextos para poder administrar la central IpPBX.

USUARIOS

Para empezar la configuración de Dialplan debemos crear usuarios SIP declarándolos dentro de un contexto, para ingresar lo hacemos con el siguiente código con la ayuda de un editor de texto en este caso VIM¹¹.

sip.conf

```
root@rodagar:/etc/asterisk# vim sip.conf
```

Figura E14. Código de configuración vim.sip

Se procede a declarar los usuarios del sistema o extensiones.

```
[areamedica]
type=friend
secret=iessibarra
host=dynamic
insecure=port,invite
context=users

[areaadministrativa]
type=friend
secret=iessibarra
host=dynamic
insecure=port,invite
context=users
```

Figura E15. Declaración de usuarios en Asterisk

FLUJO DIALPLAN

¹¹ VIM *Vi Improved* es una versión mejorada del editor de texto vi, presente en todos los sistemas UNIX.

Dialplan contiene flujogramas, el cual basado en prioridades y contextos realiza saltos entre aplicaciones. Para definir los contextos debemos ingresar a **extensions.conf** utilizando un editor de textos y configurar el flujo de datos.

```
root@rodagar:/etc/asterisk# vim extensions.conf
```

Definición de contextos

Procedemos a crear el flujo de funcionamiento de extensiones.

```
[users]
exten => 2001,1,Dial(SIP/telex1,20)
exten => 2002,1,Dial(SIP/telex2,20)

include => aplicaciones

[aplicaciones]
exten => 9999,1,Answer()
exten => 9999,n,Playback(hello-world)
exten => 9999,n,Hangup()

exten => 9998,1,Goto(menu1,s,1)

[menu1]
exten => s,1,Answer()
exten => s,n,Wait(1)
exten => s,n,Background(press-1)
exten => s,n,Background(or)
exten => s,n,Background(press-2)
```

Figura E16. Declaración de flujo y funcionamiento de las extensiones

APLICACIONES DE DIALPLAN

Dialplan en su CLI nos permite visualizar todas las aplicaciones que existen en la central Asterisk utilizando el comando `show application`.

Las aplicaciones de Dialplan están divididas por grupos los cuales siendo estos los siguientes.

APLICACIONES GENERALES

Authenticate: Autenticar a un usuario

Transfer: Transfiere al usuario que llama a un interno remoto.

TrySystem: Ejecuta un comando del sistema y siempre retornar 0

Wait: Espera por un cierto tiempo

WaitExten: Espera por un cierto tiempo

WaitForRing: Espera a la aplicación Ring

WaitMusicOnHold: pone música en espera durante un tiempo determinado reteniendo así la llamada.

GESTIÓN DE LLAMADAS

Answer: Contesta un canal si suena.

Busy: Indica la condición de ocupado y esperar el corte.

ChanIsAvail: Comprueba si el canal está disponible.

Dial: Establece una llamada y conecta con el canal actual.

Hangup: cuelga inmediatamente la llamada

Ringin: Indica el ring o señal de tono.

CONTROL DE FLUJOS

Goto: ir a una prioridad particular, un interno, o un contexto particular

Gotif: condiciona el flujo de una llamada con reglas definidas en la misma extensión.

GotoIfTime: dentro de la aplicación se crea un argumento con fechas específicas las cuales si coinciden con la especificación pueden saltar a contextos, extensiones o prioridades.

ResponseTimeup: setea el máximo tiempo de espera de respuesta.

SONIDOS – PLAYBACK

Background: reproduce un sonido mientras que se ejecutan otros comandos.

MP3Player: pone un sonido MP3.

Playback: reproduce un sonido hasta que la llamada sea contestada o colgada.

SayDigits: dice dígitos.

DIAL

Aplicación que permite realizar una llamada a un dispositivo en concreto sea esta extensión o número, por lo que es la función principal y básica que realiza una central PBX.

La cualidad de Dial es que tiene un sistema independiente de tecnologías y protocolos, pudiendo enlazar llamadas de dispositivos móviles, pasando por una llamada IP, o entre dispositivos SIP e IAX.

Su sintaxis es:

Dial(tecnología/extensión o número|tiemout|opciones)

Dónde:

Tecnología: representa el tipo de tecnología que utiliza el canal las cuales pueden ser SIP, IAX2, ZAP, etc.

Extensión o número: número de llamada de destino el cual se llama por el canal.

Timeout: tiempo máximo de espera.

Dial contiene sus opciones de funcionamiento las cuales son:

t: permite al destino transferir una llamada.

T: permite al origen transferir una llamada.

m: reproduce un archivo de sonido en vez de tono hasta que la llamada sea contestada.

(Erráez Tituana, Pupiales León, 2008)

IDENTIFICADORES DE TECNOLOGÍA

SIP e IAX2 son dos protocolos que utiliza Asterisk, por lo cual dentro de Dial podemos configurar para saber qué tipo de tecnología está utilizando un dispositivo mediante su extensión o número, por ejemplo:

SIP: Dial (SIP/###)

IAX2: Dial (IAX2/[proveedor destino]/[número destino])

MANEJO DE EXTENSIONES – PATRONDES DE COINCIDENCIA

Son utilizadas para llamadas en las cuales se desconoce el número de extensión al que se desea comunicarse, siendo estos patrones utilizados dentro de las extensiones. Para mencionar un patrón se utiliza guión bajo “_”.

Una vez dado el inicio de un patrón de coincidencia se utiliza una serie de caracteres los cuales dan un significado particular los cuales son:

X: indica un dígito de 0 a 9

Z: Indica un dígito del 1 al 9

N: indica un dígito del 2 al 9

[129]: Indica el 1, 2 o 9; indica uno o más caracteres, por ejemplo.

[nacionales]

; llamadas nacionales

Exten => _9XXXXXXXX

VARIABLES

Las variables en Asterisk pueden ser modificadas por el mismo Asterisk, por el Dialplan, y por aplicaciones como poner música en espera por ejemplo. Para declarar una variable se lo realiza dentro del archivo extensions.conf con la siguiente sintaxis.

`${variable}`

Además existen difrenets tipos de variables, las cuales son:

Globales: son las qu se declaran en extensions.conf.

Canal: son propias modificaciones del canal a utilizar.

Entorno: Variables de entorno (UNIX)

ASIGNACIÓN DE VARIABLES

Para la asignación de variables se emplean aplicaciones pertenecientes al sistema tales como:

SetVar(Variable=Valor) asigna un valor solo al funcionamiento de un canal determinado

SetGlobalVar(Variable=valor): establece una variable que modifica a todo el Dialplan, es decir puede ser utilizado por otros canales de comunicación.

VARIABLES DE CANAL DEFINIDAS AUTOMÁTICAMENTE

Son variables que son declaradas automáticamente en un canal sin ser configuradas previamente. Entre ellas las más importantes son:

`_${CALLERID}`: contiene el caller ID actual, nombre y número.

`_${CONTEXT}`: nombre de Contexto actual.

`_${EXTEN}`: referencia a la extensión actual.

`_${CHANNEL}`: referencia al canal actual.

`_${DIALSTATUS}`: muestra el estado de la llamada: unavailable, congestion, busy, noanswer, answer, cancel, hangup.

`_${DATETIME}`: Hora actual.

Un comando útil para ver el contenido de una variable específica es NoOp la cual se observa desde la CLI.

```
NoOp ( ${VARIABLE} )
```

TELEFONÍA TRADICIONAL

Un punto a tomar en cuenta al momento de realizar un diseño es la integración de una nueva tecnología con la anterior, motivo que Asterisk lo tiene cubierto. La interacción de

una PSTN tradicional con Asterisk es posible gracias a la integración de hardware, en este caso tarjetas electrónicas con interfaces FXO¹² y FXS¹³ que permite la conexión con líneas analógicas.

Las tarjetas electrónicas FXO de serie 400 u 800 desarrollada por Digimun son las que se conectan a las líneas que llegan desde la PSTN, mientras que las tarjetas FXS son las encargadas de comunicar teléfonos que funcionen de forma igualmente analógica.

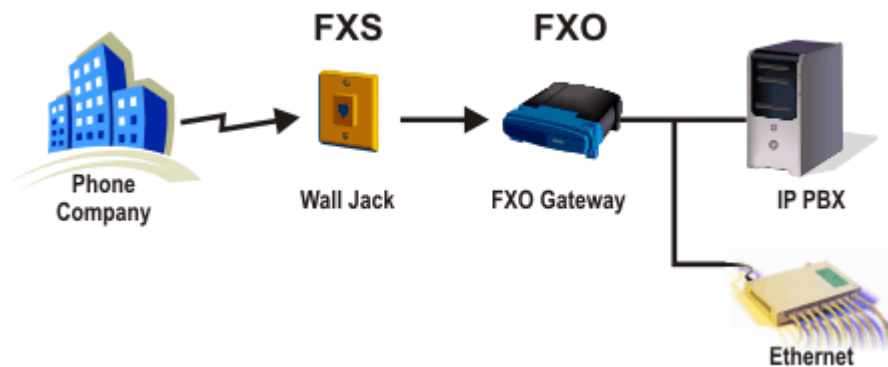


Figura E17. Telefonía Tradicional

Teniendo en cuenta que el hospital cuenta con 7 líneas telefónicas se debe tener tarjetas que dispongan como mínimo de 7 módulos FXO.

Tomando en cuenta el número de líneas telefónicas con las que contamos, Digium nos da una gama de opciones de donde podemos destacar la tarjeta TDM800.

La tarjeta TDM800 cuenta con 8 puertos de entrada RJ11, además 2 módulos cuádruples que permiten combinarse en puertos FXS o FXO y así poder utilizarlos tanto para líneas analógicas, faxes o extensiones.

¹² FXO Foreign eXchange Office

¹³ FXS Foreign eXchange Station

La instalación de este tipo de tarjetas requiere de un driver denominado zaptel.conf, el cual hace posible la señalización de cada uno de los puertos acompañado con el número de interfaz.

ASTERISK/PBX

Dentro del comando features.conf es donde se define las diferentes funcionalidades que se requiere para la implementación de una central.

En el archivo features.conf existen las siguientes funcionalidades configurables como:

Trasferencia de llamadas: Intercambio de llamadas entre usuarios independientemente de la tecnología que estén utilizando.

Call Parking: Parqueo de llamadas.

Call Pickup: trasfiere la llamada a un usuario siendo una llamada dirigida a otra extensión.

TRANSFERENCIAS

Envía la llamada original a una extensión para que esta pueda ser atendida, pudiendo ser nativa en el caso de SIP e IAX2 significando que uno de estos usuarios son los dueños de la llamada.

Dentro de features.conf toca especificar una serie de secuencias que debe seguir una llamada para que pueda ser transferida. Los parámetros que deben ser definidos para la transferencia de llamadas son:

Blindxfer => secuencia

Realiza una transferencia de llamada de una llamada a un destino no especificado por el usuario marcando solamente una secuencia.

Ejemplo: blindxfer=>#1; siendo esta una extensión a “ciegas” solo con la espera de que alguien le conteste.

atxfer => secuencia

Cuando una llamada ha sido atendida en su punto inicial esta puede ser transferida poniéndole en espera a la llamada de origen hasta que pueda ser comunicado con su destino final y anunciarle su llamada.

*Ejemplo: atxfer =>*2*

Para que las llamadas se transfieran vía PBX los tonos deben de estar configurados ya que Asterisk se encuentra escuchando los mismos, dando como resultado que:

Dentro de los parámetros de la aplicación Dial debe constar "t" o "T" para permitir la transferencia en el destino o en el origen respectivamente, pudiéndose incorporar los dos parámetros dentro de la misma aplicación.

Para SIP, los DTMF (Dual Tone Multi Frequency) como pueden enviarse de varias formas, Asterisk debe conocer la forma en la que el usuario SIP los enviará.

(Erráz, F, Pupiales, F., (octubre, 2008) "Diseño de una red wan de datos, telefonía ip y página de servicios de intranet para la distribuidora farmacéutica Cuenca Yépez. Recuperado del repositorio digital epn")

MÚSICA EN ESPERA

Una llamada puede estar en espera por varias situaciones, las cuales pueden ser:

Al momento de transferir una llamada.

Cuando no hay una atención rápida a la llamada y la ponen en espera.

Cuando se determina con el parámetro 'm' que en vez de escuchar el tono de llamada desea escuchar música en espera.

Cuando el destino pone una llamada en espera.

Los archivos de música en espera pueden ser de varios tipos y extensiones. Estos se pueden configurar en el archivo `musiconhold.conf` y los archivos de sonido se ubican en el directorio `/var/lib/asterisk/moh`.

IVR (INTERACTIVE VOICE RESPONSE)

El IVR permite la utilización de menús interactivos, el cual mediante marcación de algún dígito en el teléfono puede comunicarse con una extensión deseada. ES una antesala de comunicación directa hacia una extensión determinada pudiendo atender múltiples llamadas de manera simultánea.

De forma básica los IVR funcionan de la siguiente manera:

Cuando una llamada ingresa a la central, la aplicación `WaitExten()` hace que la central quede a la espera de que el usuario que llamo marque una extensión.

Si el usuario no marca una extensión dentro de un tiempo determinado o `timeout`, la central realiza un salto a la extensión 't' si así esta configurada.

En el caso de que el usuario me+arque una extensión y esta sea correcta la central Asterisk busca la extensión asociada a la opción y realiza la comunicación hacia la extensión para ejecutar la acción.

Si el usuario marca una extensión pero esta no existe, la central Asterisk realiza un salto a la extensión 'i' si así está configurada.

Algunas extensiones como "t" e "i" son extensiones reservadas las cuales algunas se detallará a continuación:

s(start): Una llamada que no tiene algún dígito asociado con ella; por ejemplo una línea analógica `loopstart`.

t(Timeout): Cuando el usuario no ingresa el número correcto de dígitos, la extensión ejecuta el `tiemout`.

i(Invalid): Se ejecuta cuando quien llama, ingresa una extensión inválida.

h(Hangup): Se ejecuta al final de una llamada cuando quien la realiza cuelga. Las aplicaciones ejecutadas en esta extensión no pueden tener acceso al canal cerrado, es muy útil para registrar o ejecutar comandos.

En un menú IVR normalmente siempre inicia haciendo el uso de una aplicación de Background la cual reproduce un archivo de audio el cual puede ser un saludo o las opciones con las que cuenta el menú para luego pasar a un tiempo de espera para que el usuario pueda introducir su número de extensión.

ANEXO F

Simulación de VoIP en GNS3

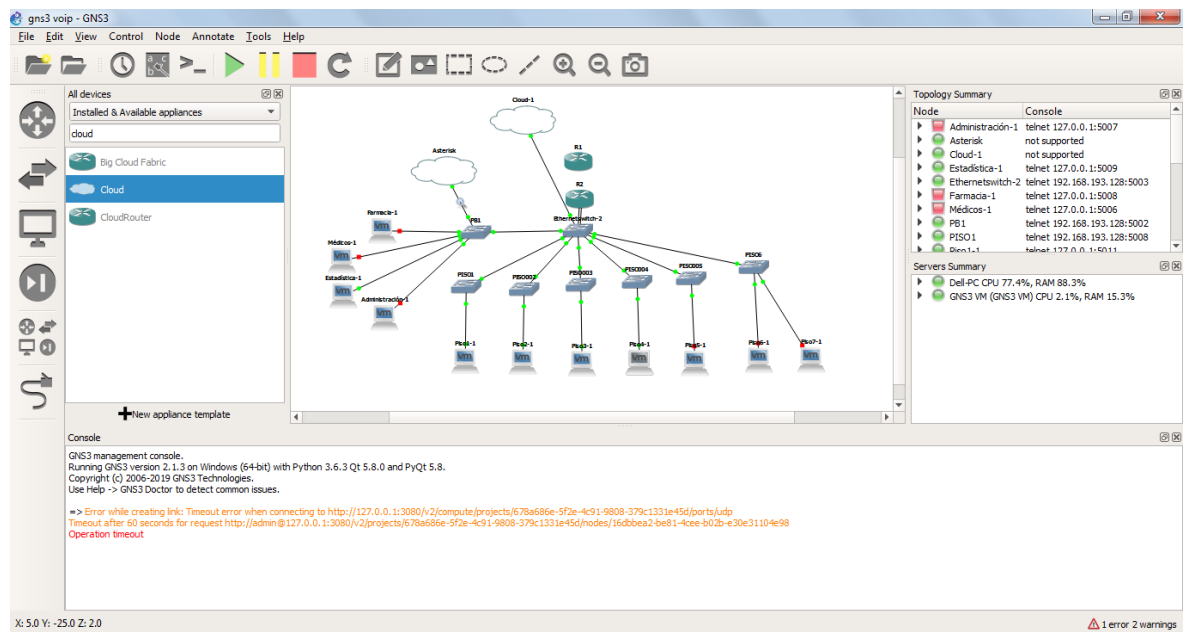


FIGURA F 1. Diagrama en GNS3 de la red de VoIP

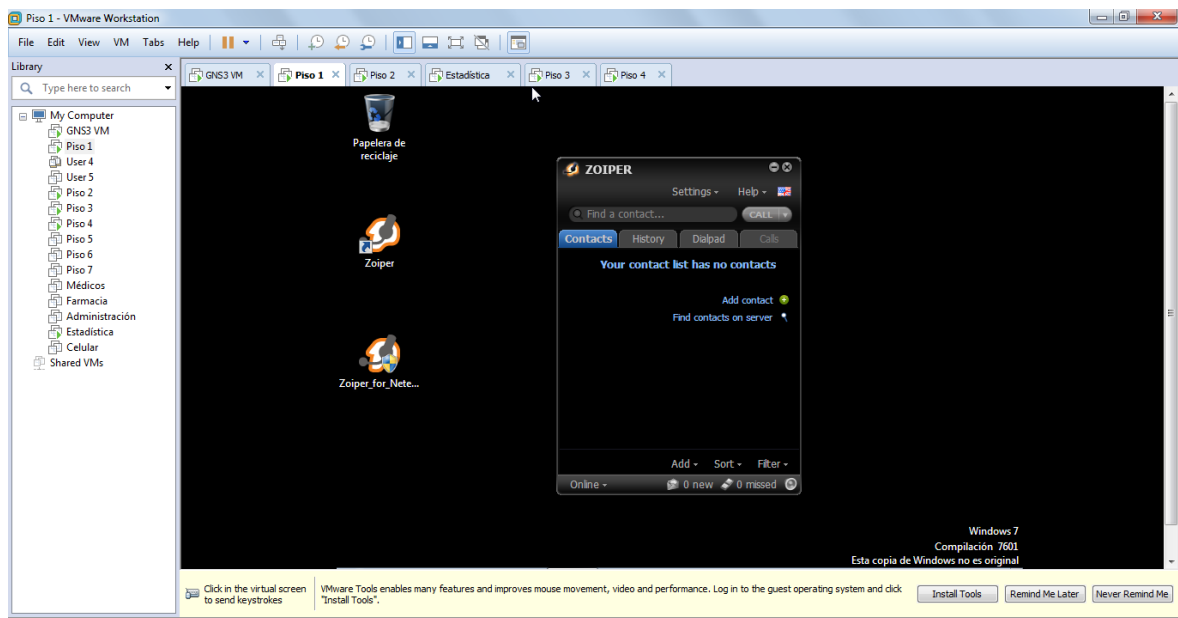


FIGURA F 2. Softphone virtuales

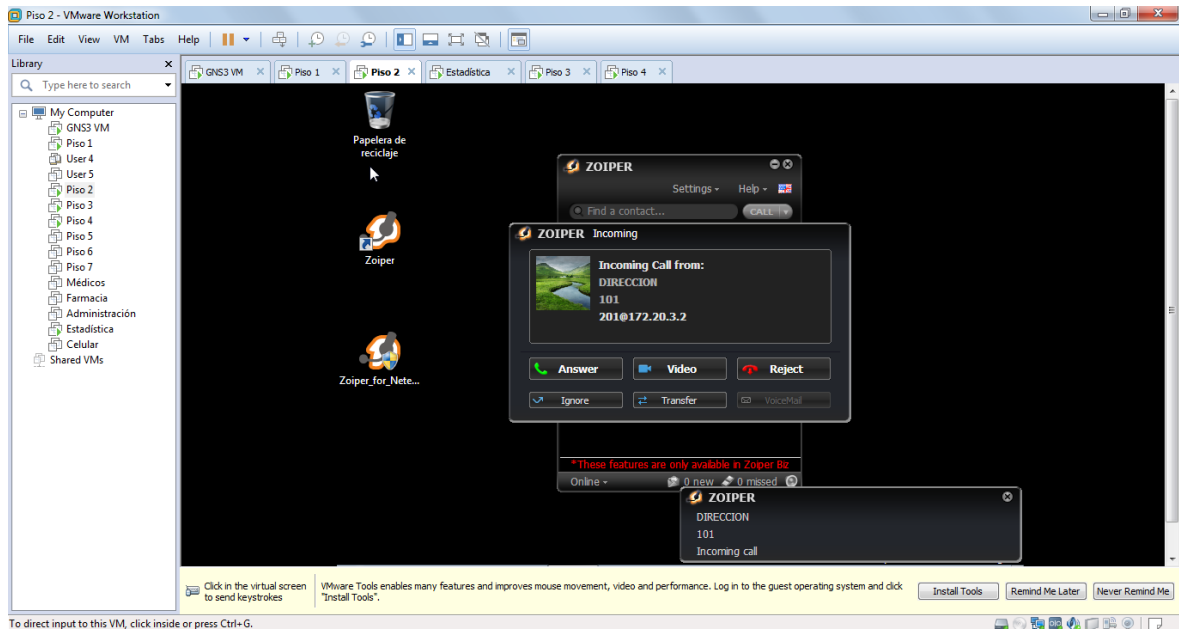


FIGURA F 3. Estableciendo una llamada por Softphone

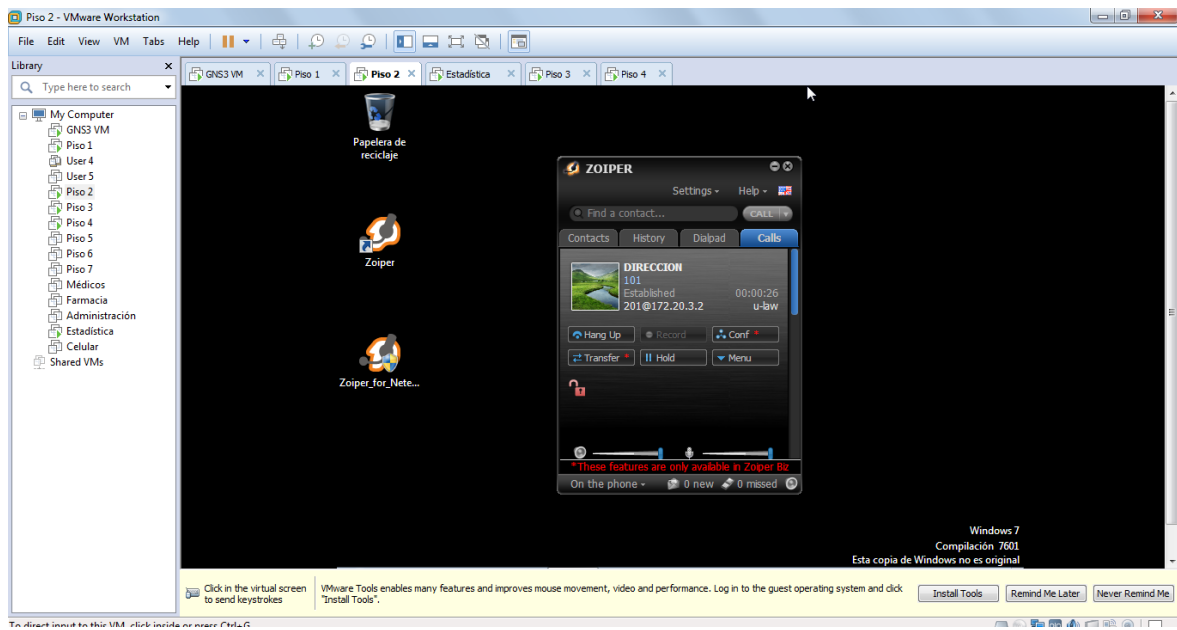


FIGURA F 4. Establecimiento de la llamada.