

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

**Implementar voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP y telefonía para  
la Universidad UNIANDES extensión Ibarra.**

**Trabajo de Grado Previo la Obtención del Título de Ingeniero  
En Sistemas Computaciones**

**AUTOR:**

Amilcar Vinicio Montenegro Reinoso

**DIRECTOR:**

MSc. Cosme Ortega

Ibarra – Ecuador

2020



# 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:	1002528311		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MONTENEGRO REINOSO AMILCAR VINICIO		
DIRECCIÓN:	LA VICTORIA , PRIMERA ETAPA, PASAGE H, CASA 3-36		
EMAIL:	<a href="mailto:avmontenegror@utn.edu.ec">avmontenegror@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	2616 475	TELÉFONO MÓVIL:	0979499336

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Implementar voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP y telefonía para la Universidad UNIANDES extensión Ibarra.
AUTOR (ES):	MONTENEGRO REINOSO AMILCAR VINICIO
FECHA: DD/MM/AAAA	
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
ASESOR /DIRECTOR:	MSG. COSME ORTEGA

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de diciembre de 2020

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Amílcar Vinicio Montenegro Reinoso



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

### **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

**Ing. M.Sc. COSME ORTEGA BUSTAMANTE,  
DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE GRADO**

#### **CERTIFICO:**

Que, el presente trabajo de titulación **“IMPLEMENTAR VOZ SOBRE IP CON LA UTILIZACIÓN DE PROTOCOLO SIP Y TELEFONÍA PARA LA UNIVERSIDAD UNIANDES EXTENSIÓN IBARRA”**, fue realizado en su totalidad por el Sr. Amilcar Vinicio Montenegro Reinoso, bajo mi supervisión, es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "MacArthur Ortega", is written over a horizontal line. Below the line, the name and title are printed.

**Ing. M.Sc. MacArthur Ortega**  
Director de tesis

# CERTIFICACIÓN

Ibarra, 28 de enero del 2020

## ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN

Una vez realizadas las pruebas correspondientes de la implementación de voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP y telefonía, se procede a hacer la entrega del mencionado proyecto, que en la actualidad se encuentra en funcionamiento:

### INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>INFORMACIÓN DEL SISTEMA</b>	"Implementar voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP y telefonía para la Universidad UNIANDES extensión Ibarra"		
<b>FECHA:</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
		<b>Programador:</b> Amílcar Montenegro	Implementar voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP y telefonía para consulta de notas en el Campus Universitario

### FIRMAS DE ACEPTACIÓN.

	<b>QUIEN ENTREGA</b>	<b>QUIEN RECIBE</b>
<b>NOMBRE</b>	Amílcar Montenegro	Dr. Lenin Burbano G.
<b>DEPENDENCIA</b>	Estudiante Universidad Técnica del Norte	Dirección y Departamento de Telemática
<b>CARGO</b>	TESISTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS	DIRECTOR UNIANDES IBARRA
<b>FIRMA</b>		



## DEDICATORIA

**Dedicado a todas las personas que han hecho posible la elaboración de este texto en especial a mi familia que me ha apoyado incondicionalmente durante toda mi vida y lo siguen haciendo.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi madre que siempre ha estado conmigo, mis hermanos por su apoyo y sobre todo a dios par haberme permitido continuar con esto.

A la universidad Autónoma de los andes "UNIANDES", y su director, el Dr. Lenin Burbano, por Haberme remitido implementar mi aplicación y darme la oportunidad de laborar en tan prestigiosa instrucción educativa.

Agradezco a la universidad técnica, lugar de formación, a los docentes que continúan con su ardua labor formar profesiones de calidad.

El agradecimiento muy especial al Ing. Jorge Vásquez y Ing. Mauricio Rea por tomarse el tiempo para revisar y dirigir con la elaboración de la tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

Resumen.....	XIII
Abstract.....	XIV
Introducción.....	15
Antecedentes .....	15
Situación actual.....	15
Prospectiva .....	15
Problema.....	15
Situación actual.....	16
OBJETIVOS.....	16
• OBJETIVO GENERAL.....	16
• OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
• ALCANCE DEL PROYECTO .....	17
• CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE SERVICIO VOIP.....	17
• RED INALÁMBRICA.....	17
JUSTIFICACIÓN .....	19
a) Efectividad en costos.....	19
b) Funcionalidad .....	19
c) Administración .....	20
d) Eficiencia .....	20
e) Accesibilidad.....	20
CAPÍTULO I.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 GENERALIDADES .....	21
1.1.1 SISTEMAS ANALÓGICOS .....	21
1.1.2 Señales análogo digital.....	22

1.1.3. GSM (2G).....	23
1.1.4 UMTS (3G) .....	24
1.1.5 TELEFONÍA MÓVIL 4G .....	24
1.1.6 TELEFONÍA MÓVIL 5G .....	24
1.2. VOZ SOBRE IP .....	26
1.2.1. PROTOCOLOS DE VOZ SOBRE IP .....	27
1.3 Tipos de Redes Inalámbricas.....	30
1.4 SERVIDOR ASTERISK .....	32
1.4.1 Configuración básica de asterisk.....	35
1.5 Lógica de Mercado .....	36
1.6 IVR .....	36
1.7 PHP .....	38
1.7.1 Instalando PHP-AGI.....	39
1.8 FreeTDS.....	40
1.9 MicroSIP .....	40
CAPÍTULO II. ....	42
2. DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	42
2.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS .....	42
2.1.1 HARDWARE.....	42
2.1.2 SOFTWARE .....	42
2.1.3 ISSABEL PBX.....	43
2.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO .....	43
2.2.1 Análisis de la infraestructura .....	45
2.2.2 DISEÑO DE LA RED TELEFÓNICA .....	47
2.3 Instalación de Issabel.....	47
2.4. Configuración de Issabel PBX .....	59
2.4.1 Creación de un cliente SIP .....	60
2.5 Instalación de festival .....	62



2.6 Text2wave .....	64
2.7 Instalación de FreeTDS .....	65
2.7.1 Configuración.....	65
2.8 Creación de usuarios SIP .....	71
2.9 Configuración de Zoiper.....	72
2.10 Configuración de MicroSIP. ....	73
2.11 Configuración de videollamadas .....	75
Capitulo III .....	78
3. Validación e interpretación de resultados .....	78
3.1 Aceptación y Pruebas del Sistema.....	78
3.1.1 Encuesta.....	78
3.1.2 Análisis e interpretación de la encuesta .....	85
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES .....	92
BIBLIOGRAFÍA .....	93

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1.1 .....	22
TABLA 1.2.....	28
TABLA 2.1 .....	71
TABLA 3.1.....	78

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Arquitectura del sistema, elaboración propia .....	18
Fig. 2. Arquitectura de los servidores. fuente Propia.....	18
Fig. 3. Esquema de funcionalidad, elaboración propia.....	19
Fig. 4. Tipos de puertos FXS / FXO, Gómez López & Gil Montoya, 2014, pág. 5. ....	22
Fig. 5. Esquema de una red tradicional GSM, Gómez López & Gil Montoya, 2014, pag. 10 .....	23
Fig. 6. Arquitectura Tecnológica 5g. Fuente: "METIS final project report" (2015).....	25
Fig. 7. Arquitectura, FUENTE: (GÓMEZ LÓPEZ & GIL MONTOYA, 2014).....	27
Fig. 8. Arquitectura de protocolo SIP, fuente: (Gómez López & Gil Montoya, 2014) .....	29
Fig. 9. Clasificación de redes inalámbricas, Fuente: (SALAZAR, 2016).....	30
Fig. 10. Esquema de una wlan en el hogar, fuente: (SALAZAR, 2016).....	31
Fig. 11. Arquitectura de asterisk, fuente (Gómez López & Gil Montoya, 2014) .....	34
Fig. 12. MicroSIP. Fuente Propia.....	41
Fig. 13. Arquitectura de asterisk, fuente (Themes, 2019).....	43
<i>Fig. 14. Cola para la consulta de notas, elaboración propia.....</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 15. Acceso inalámbrico,.....</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 16. Infraestructura de la red y servidores,.....</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 17. Esquema de la red incluido el nuevo servidor,.....</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 18. Estructura de la red CNT, .....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 19. Pantalla de arranque previo la instalación de Asterisk.....</i>	<i>48</i>

<i>Fig. 20. Instalación</i> .....	48
<i>Fig. 21. Selección del idioma de instalación de Issabel pbx.</i> .....	49
<i>Fig. 22. Menú de configuración de las diferentes opciones de hardware y software.</i> .....	50
<i>Fig. 23. Configuración de la dirección de red de la tarjeta 1,</i> .....	51
<i>Fig. 24. Configuración de la dirección de red de la tarjeta 2,</i> .....	52
<i>Fig. 25. Ventana de particiones del disco dura para definir el tamaño a ocupar.</i> .....	53
<i>Fig. 26. Zona horaria.</i> .....	54
<i>Fig. 27. Pantalla que muestra que todo ya está configurado y da paso a la instalación.</i> ..	55
<i>Fig. 28. Instalando.</i> .....	56
<i>Fig. 29. Solicitud de Password para Mysql de la base de datos Maria DB.</i> .....	57
<i>Fig. 30. Confirmación del Password para Mysql de la base de datos María DB.</i> .....	57
<i>Fig. 31. Solicitud del Pas Word de ingreso del sitio web.</i> .....	58
<i>Fig. 32. Confirmación del Pas Word de ingreso del sitio web.</i> .....	59
<i>Fig. 33. Inicio modo consola de Issabel PBX.</i> .....	59
<i>Fig. 34. Dirección de acceso al sitio web de configuración grafica de Issabel PBX.</i> .....	60
<i>Fig. 35. Ingreso de las CREDENCIALES.</i> .....	60
<i>Fig. 36. Menú principal.</i> .....	61
<i>Fig. 37. Creación de los usuarios SIP.</i> .....	61
<i>Fig. 38. Contraseña del cliente SIP.</i> .....	62
<i>Fig. 39. Habilitar festival.</i> .....	63
<i>Fig. 40. consulta modo consola a SQL Server.</i> .....	68
<i>Fig. 41 . Consulta para revisar cuantas bases de datos tenemos.</i> .....	68
<i>Fig. 42. vista de datos requeridos para realizar la consulta.</i> .....	69
<i>Fig. 43. Creación de Usuarios SIP.</i> .....	71
<i>Fig. 44. Configuración de Zíper en el Celular.</i> .....	72

<i>Fig. 45. ingreso de la dirección de la central telefónica.....</i>	73
<i>Fig. 46. Ingreso de los datos de la central telefónica en MicroSIP.....</i>	74
<i>Fig. 47. Verificación de las extensiones SIP creados.....</i>	74
<i>Fig. 48. panel del operador donde se visualiza los usuarios activos.....</i>	75
<i>Fig. 49. llamada entre usuarios SIP. Fuente Propia.....</i>	75
<i>Fig. 50. Habilitar Accesos.....</i>	76
<i>Fig. 51. Configuración de los codes de Video.....</i>	76
<i>Fig. 52. pantalla de selección para acceder a los códec de video.....</i>	76
<i>Fig. 53. Selección de Codecs de video que hay que habilitar.....</i>	77
<i>Fig. 54. Video llamada entre los dos Sofphon`s.....</i>	77
<i>Fig. 55. plantilla de la encuesta realizada con la herramienta de Microsoft Fromm.....</i>	78
<i>Fig. 56. Pregunta 1 – Usabilidad.....</i>	80
<i>Fig. 57. Pregunta 2 – usabilidad.....</i>	81
<i>Fig. 58. pregunta 3 – usabilidad.....</i>	81
<i>Fig. 59. pregunta 4. satisfacción.....</i>	82
<i>Fig. 60. pregunta 5. usabilidad.....</i>	83
<i>Fig. 61. pregunta 5. SATISFACCIÓN.....</i>	83
<i>Fig. 62. pregunta 7. usabilidad.....</i>	84
<i>Fig. 63. pregunta 8. satisfacción.....</i>	85
<i>Fig. 64. Cuartiles.....</i>	86
<i>Fig. 65. Normalización.....</i>	86
<i>Fig. 66. Histograma Estandarizado.....</i>	87
<i>Fig. 67. Datos Dispersos.....</i>	88
<i>Fig. 68. Análisis Factorial Confirmatorio.....</i>	89
<i>Fig. 69. Índices de Ajustes Globales.....</i>	90

## Resumen

El presente proyecto consiste en diseñar e implementar voz sobre IP para brindar comunicación y acceso a un módulo IVR (*Interactive voice Responce*), basado en asterisk que se integra con la base de datos SQL Server para realizar una consulta de notas que dispone la universidad Uniandes Extensión Ibarra.

Para el desarrollo de esta solución se utiliza software libre como Issabel PBX (servidor de comunicaciones unificadas), asterisk dispone de una funcionalidad llamada AGI(*Asterisk Gateway interface*), la que permite la interacción con lenguajes de programación como PHP, en este caso se utiliza un script desarrollado en PHP para consultar la base de datos SQL Server y para transformar de texto a voz se dispone de una herramientas TTS(conversor de texto a voz) como Festival y para comunicarse se instala en el teléfono inteligente una aplicación sofphone que está diseñado para manipular protocolos de telefonía ip.

Integrado la central telefónica y el servidor SQL Server se utiliza la aplicación zoiper que me permite la comunicación ip entre clientes que se encuentran en el campus universitario. La central telefónica Issabel PBX, también cuenta con soporte para realizar video llamadas, es así como puedo establecer la comunicación de dos formas, permitiendo de esta manera la optimización de los recursos que dispone la institución.

Con esta aplicación se podrá entablar una comunicación directa entre estudiantes y la consulta de notas se la aria de manera simple y sencilla logrando con esto una mejor optimización de los recursos que dispone la universidad.

## **Abstract**

The present project consists in design and implement voice in IP to provide communication and access to IVR (Interactive Voice Response) module, based on an asterisk which integrates with SQL Server database that help students to get grades, provided by Universidad Uniandes Extension Ibarra.

To develop this solution, is used free software such as Issabel PBX (Unified Communications Server), asterisk that has a functionality called AGI (asterisk gateway interface), which allows interaction with programming languages like PHP, in this case a script developed in PHP is used to query the SQL Server database, in addition to transforming voice text there is a TTS (text to voice converter) tool like Festival and to communicate it is installed in the smartphone a sofphone application that is designed to manipulate IP Telephony protocols.

which allows ip communication between clients which are located on the university campus. The Issabel PBX telephone exchange also has support for making video calls; then communication can be established in two ways, thus allowing the optimization of resources available in the institution.

With this application you can start a direct communication between students and the consultation of grades in a simple way.

## **Introducción**

### **Antecedentes**

La Universidad particular “Uniandes” llega a Ibarra con su oferta académica en el año 1999, con una infraestructura acorde a las necesidades de ese entonces. Con el paso del tiempo aumenta el número de estudiantes, así como también las necesidades de los mismos, sobre todo en lo referente a las materias que está cursando y sus calificaciones, se implementa un servicio de consulta de notas a través de una aplicación cliente servidor, llamado SGN (sistema de gestión de consulta de notas). Este equipo está disponible para toda la comunidad universitaria de Uniandes, esta aplicación proporciona las notas de cada estudiante, así como también el pago las colegiaturas que debe cancelar cada mes.

### **Situación actual.**

Al momento cuenta con un edificio propio con una infraestructura inalámbrica con la que proporciona servicio de internet dentro de las instalaciones, así como también tienen contratado otro edificio para impartir clases de las carreras de Contabilidad y Administración de Empresas, el servicio de internet se distribuye desde el edificio principal que se encuentra a dos cuadras.

### **Prospectiva**

Con la implementación de voz sobre Ip en el campus universitario se tiene como alternativa la consulta de notas, aprovechando el acceso a la red y con la utilización de las nuevas tecnologías como son los teléfonos celulares inteligentes y demás dispositivos que tienen acceso a la red interna de Uniandes, con esto se logra optimizar el espacio sin tener que hacer colas innecesarias en secretaria o en el SGN.

### **Problema**

¿Por qué no puedo acceder a las notas desde el edificio SUCRE? Con la implementación de voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP permitirá la comunicación efectiva entre usuarios que accedan a la red a través de Smartphone además se instalará un módulo de consulta de notas permitiendo de esta manera poder realizar consulta de las calificaciones desde el edificio Sucre sin tener que trasladarme a secretaria del otro edificio principal Gustavo Álvarez.

## **Situación actual**

En el Campus Universitario de la Universidad Regional Autónoma de los Andes “Uniandes extensión Ibarra” contaba con una infraestructura tecnológica limitada es decir no contaba con un ancho de banda adecuado, por lo que tampoco contaba con servicio de internet inalámbrico; en vista de la necesidad de implementar servicios q faciliten el acceso a internet a la comunidad universitaria se adquirió un LINSYS 600 para ofrecer servicio de conectividad inalámbrica a internet.

En la actualidad la Institución cuenta con equipos inalámbricos de tecnología avanzada como las antenas UNIFI que se las ha distribuido en puntos estratégicos del campus universitario, limitándolas únicamente para acceder a medios de consulta y redes sociales; por lo que se ha visto la necesidad de implementar un medio de comunicación y consulta de telefonía IP.

Con la implementación de voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP permitirá la comunicación efectiva entre usuarios que accedan a la red a través de Smartphone además se instalará un módulo de consta de notas permitiendo de esta manera acceder a las calificaciones de los estudiantes.

## **OBJETIVOS**

- **OBJETIVO GENERAL**

Implementar voz sobre IP con la utilización de protocolo SIP y telefonía móvil para tener una comunicación eficiente y consulta de notas en la Universidad UNIANDES Extensión Ibarra.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Fundamentar teóricamente las herramientas a usar para implementar voz sobre IP; video llamada y menús.
- b) Diseñar la estructura de la red para implementar voz sobre IP.
- c) Implementar el sistema de voz sobre IP, video conferencia, e IVR (con el módulo consulta de notas).
- d) Validar la propuesta mediante pruebas al desempeño del sistema.



- **ALCANCE DEL PROYECTO**

La aplicación contribuirá para mejorar la comunicación verbal entre la comunidad universitaria, disminuyendo el consumo de saldo personal, de esta forma se aprovechará la infraestructura tecnológica con la que cuenta la Institución, mejorando así el uso de la red, permitiendo el adecuado uso de internet ya sea para consulta de notas y también para una comunicación entre dos dispositivos móviles de manera efectiva y eficaz.

- **CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE SERVICIO VOIP**

En este módulo se configura el servidor ASTERISK que es la central que permite establecer la comunicación con los usuarios que tienen acceso a la red, además se configura los servicios, los smartphones para agregar los usuarios que tendrán acceso a llamadas y video llamadas; además estaremos en la capacidad de brindar un servicio adicional como consulta de notas con la integración de un servidor Issabel PBX.

- **RED INALÁMBRICA**

La red inalámbrica está diseñada y configurada, para poder comunicarnos con el edificio Sucre y el edificio Gustavo Álvarez, se utiliza equipos inalámbricos direccionales como equipos de la marca RUCKUS, este equipo es capaz de soportar cargas de usuarios simultáneos de 500 al mismo tiempo, en el campus universitario existen tres equipos instalados en puntos estratégicos logrando de esta forma suplir la demanda de servicio de internet.

En el gráfico se muestra cómo se están comunicando el edificio Sucre y el edificio Principal, desde aquí se administra el ancho de banda del servicio de internet.

El software de Rockus tiene la facilidad de controlar los tres equipos, los agrupa en un solo controlador, programa que dispone el equipo.



Fig. 1. Arquitectura del sistema, elaboración propia

Los Servidores tanto de Internet como el servidor de notas SIGAFI están centralizados en el edificio principal Gustavo Álvarez de la siguiente manera.

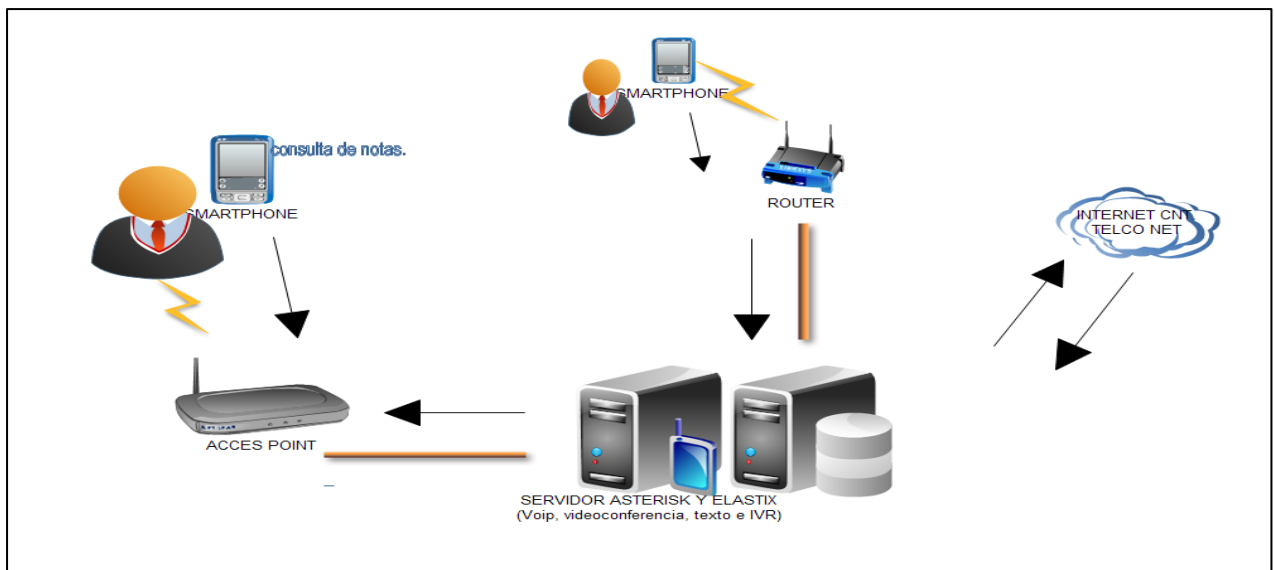


Fig. 2. Arquitectura de los servidores. fuente Propia

La solución al problema es instalar una central Telefónica como Issabel PBX, configurada para entablar la comunicación entre la central telefónica y el servidor de datos SQL Server como se indica a continuación:

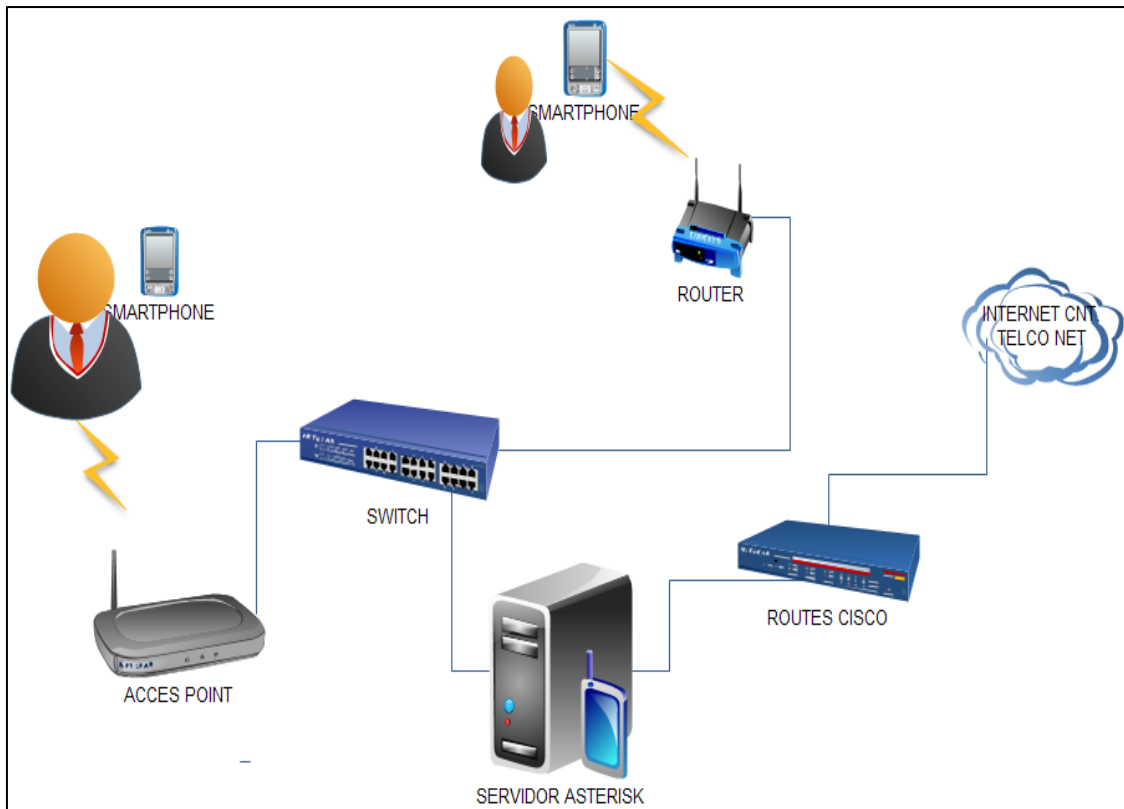


Fig. 3. Esquema de funcionalidad, elaboración propia

## JUSTIFICACIÓN

La investigación para realizarse permitirá mejorar en la Institución la comunicación entre los usuarios permitiendo así hacer uso de la infraestructura desperdiciada dentro del campus.

### a) Efectividad en costos

Los usuarios podrán reducir su gasto de saldo personal ya que por medio de esta aplicación se realizarán las llamadas sin ningún costo dentro del campus universitario.

### b) Funcionalidad

Esta aplicación nos brindará la capacidad de comprender con eficacia el sentido del mensaje de voz en tiempo real, además la comunidad universitaria obtendrá la oportunidad de compartir archivos y mensajes instantáneamente.

### **c) Administración**

Con voz sobre IP se podrá administrar de mejor manera los clientes que se encuentran conectados a la red a diferencia de la telefonía tradicional u operadoras móviles que son las que controlan lo que puede y no puede hacer el usuario.

### **d) Eficiencia**

Con voz sobre IP se puede dirigir las llamadas entrantes para satisfacer necesidades específicas con mayor fluidez y rapidez.

### **e) Accesibilidad**

Los estudiantes del campus universitario estarían en la capacidad de poder hacer video llamadas, chat y consultas de sus notas a través de la telefonía móvil inteligente

El tipo de justificación que se utilizará en el trabajo es la justificación tecnológica ya que genera un impacto económico en los usuarios que se verán beneficiados porque utilizarán la red Wi-Fi para poder comunicarse evitando así el consumo de saldo de la operadora.

La comunidad universitaria mejorará considerablemente la comunicación oral ya que por medio de una llamada se recepta mucho mejor el mensaje teniendo así un impacto social.

# **CAPÍTULO I.**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Con el avance de las telecomunicaciones, una de ellas internet, se produce una revolución pues la telefonía también empieza a desarrollarse, es así como la nueva tendencia es pasas de la telefonía tradicional a la telefonía digital.

Si la voz ya no viaja por un circuito dedicado y exclusivo, sino que ahora es parte de nuestras comunicaciones de datos. Otro de los beneficios de las nuevas tecnologías es la unificación de voz y los datos, hoy en día viajan por la misma red, y no sólo eso, además son tratados y gestionados de forma conjunta y coordinada. Bajo este marco permite el uso optimizado de los recursos. (Gómez López & Gil Montoya , 2014, pág. 20)

#### **1.1 GENERALIDADES**

##### **1.1.1 SISTEMAS ANALÓGICOS**

La red telefónica básica (RTB) fue creada para transmitir la voz humana. Tanto por la naturaleza de la información a transmitir, como por la tecnología disponible en la época en que fue creada, es de tipo analógico. En definitiva, es la línea que tenemos en los hogares y empresas, esta orientada a entablar la comunicación mediante voz, con el tiempo se lo utiliza para transferencia de datos, fax e internet.

En la actualidad RTB se considera como híbrida; lo normal es que la transmisión sea todavía analógica en los bucles de abonado de ambos extremos y digital en su tráfico entre centrales (esto requiere una doble conversión, analógico-digital y digital-analógico). Para su digitalización, la señal analógica es muestreada a 8.000 veces por segundo (8 Khz.). El valor de cada muestra puede ser un valor entre 0 y 255 (puede ser representado por 1 byte -octeto-) lo que supone un flujo de datos de 8 KB/s o 64 Kb/s, lo cual se denomina calidad de sonido telefónico. (Gómez López & Gil Montoya , 2014)

TABLA 1.1

CONEXIONES ANALOGAS EXISTENTES

La interfaz “ Foreign eXchange Subscriber ” o FXS es el puerto por el cual el **FXS** abonado accede a la línea telefónica, ya sea de la compañía telefónica o de la central de la empresa.

La interfaz “ Foreign eXchange Office ” o FXO es el puerto por el cual se recibe **FXO** a la línea telefónica. Los puertos FXO cumplen la funcionalidad de enviar una indicación de colgado o descolgado conocida como cierre de bucle.

Un ejemplo más claro.

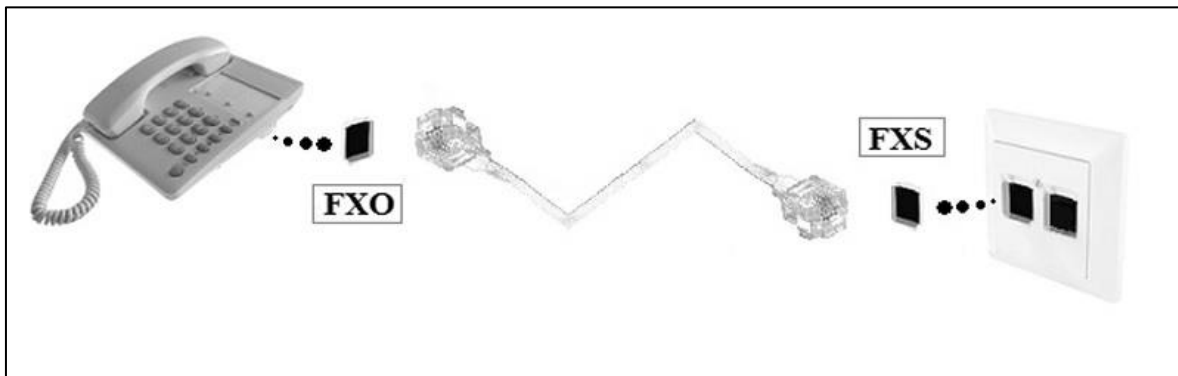


Fig. 4. Tipos de puertos FXS / FXO, Gómez López & Gil Montoya, 2014, pág. 5.

### 1.1.2 Señales análogo digital

La red digital de servicios integrados (RDSI), definida por el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), como: «Red que procede por evolución de la Red Digital Integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos

La característica clave de la RDSI es que integra voz y datos en la misma línea, añadiendo características que no estaban disponibles en el sistema de telefonía analógica.

Se puede decir entonces que la RDSI es una red que procede por evolución de la red telefónica existente (a veces llamado POTS en este contexto), que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único

acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere. (es.wikipedia.org, 2019)

### 1.1.3. GSM (2G)

GSM ( Global System for Mobile communications , proveniente en un principio de Groupe Special Mobile ) es el estándar más popular y extendido para teléfonos móviles en todo el mundo. Se comenzó a trabajar en él en la década de los 80, pero no sería hasta 1991 cuando la primera red GSM fue lanzada, concretamente en Finlandia. Su promotor, la Asociación GSM, estima que el 82% del mercado global de teléfonos móviles lo emplea.

GSM es una red celular para dispositivos móviles, lo que significa que los terminales se conectarán a ella buscando estaciones base (también conocidas como células o BTS, en inglés Base Telephone Station) en sus inmediaciones. GSM funciona principalmente en cuatro rangos de frecuencias: las bandas de frecuencia de 900 MHz y 1800 MHz son las más comunes, mientras que en algunos países americanos (como Estados Unidos o Canadá) se emplean las bandas de 850 MHz y 1900 MHz debido a que las anteriores se encontraban ya en uso para otras aplicaciones. (Gómez López & Gil Montoya , 2014)

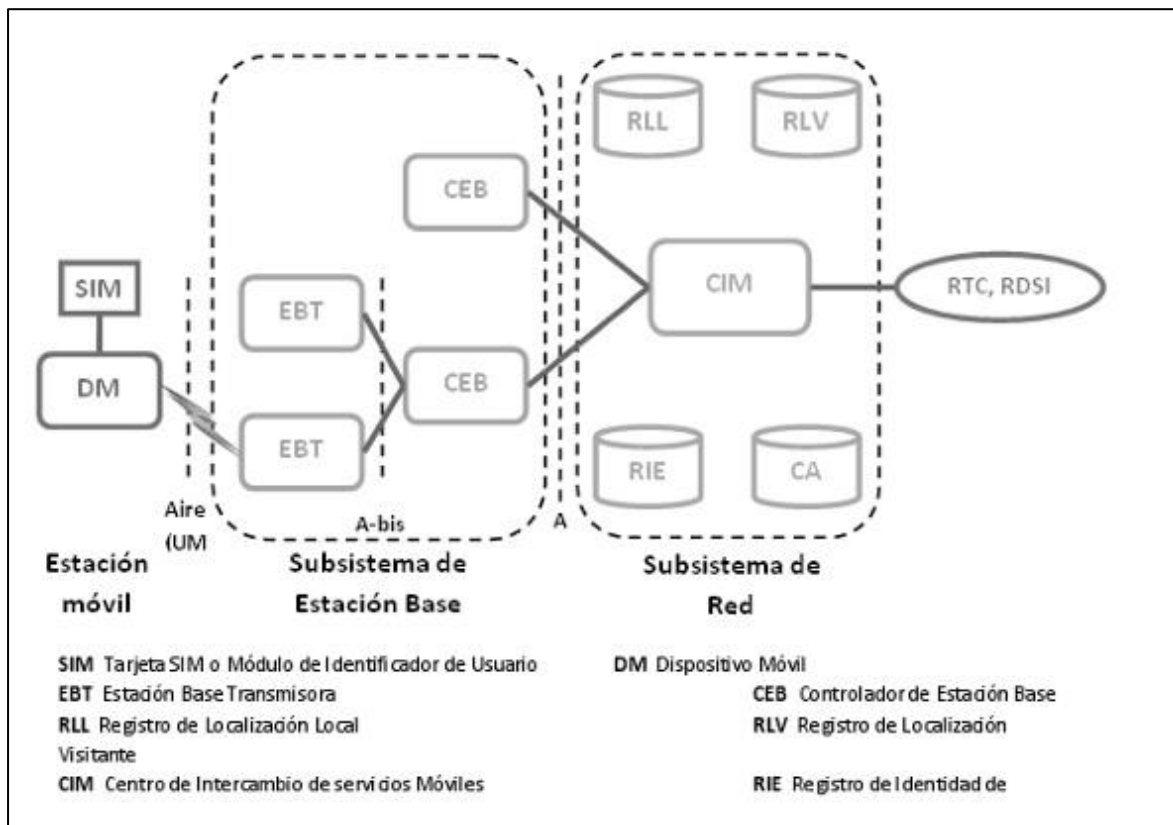


Fig. 5. Esquema de una red tradicional GSM, Gómez López & Gil Montoya, 2014, pag. 10

#### **1.1.4 UMTS (3G)**

UMTS ( Universal Mobile Telecommunications System ) es una tecnología de tercera generación (3G) para telefonía móvil. Está estandarizado por 3GPP (3rd Generation Partnership Program ), una colaboración entre grupos de telecomunicaciones de varios lugares del mundo para desarrollar una especificación de un sistema de telefonía aplicable globalmente y que cumpla las exigencias de ITU IMT-2000.

Ese sistema está basado en una evolución de las especificaciones de GSM. 3GPP fue creado a finales de 1998, pero no sería hasta principios de 2000 cuando surgiría la especificación de la primera red UMTS. Las bandas de frecuencia en las que opera UMTS varían dependiendo del país, aunque en el estándar original se definía el rango de frecuencias 1885–2025 MHz para la comunicación de móvil a estación base ( uplink o enlace de subida) y el rango de frecuencias 2110–2200 MHz para la comunicación de estación base a móvil ( downlink o enlace de bajada). (Gómez López & Gil Montoya , 2014).

#### **1.1.5 TELEFONÍA MÓVIL 4G**

Al igual que en otras generaciones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) creó un comité para definir las especificaciones. Este comité es el IMT-Advanced y en él se definen los requisitos necesarios para que un estándar sea considerado de la generación 4G. La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema y una red, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cable e inalámbricas. Esta tecnología podrá ser usada por módems inalámbricos, móviles inteligentes y otros dispositivos móviles.

La principal diferencia con las generaciones predecesoras será la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de 100 Mbit/s en movimiento y 1 Gbit/s en reposo, manteniendo una calidad de servicio (QoS) de punta a punta de alta seguridad que permitirá ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo coste posible.

#### **1.1.6 TELEFONÍA MÓVIL 5G**

##### **Arquitectura**

La arquitectura 5G, presenta enfoques para la descripción de la arquitectura a partir de tres puntos de vista diferentes. La vista de la arquitectura funcional se basa en la identificación de nuevas funcionalidades de los conceptos nuevos y la descomposición funcional de los componentes tecnológicos más relevantes.



Una estructura funcional se presenta con el fin de sentar las bases para el desarrollo de nuevos esquemas 5G. Teniendo en cuenta los componentes tecnológicos más prometedores. La orquestación y control de la arquitectura lógica, muestra cómo la flexibilidad, escalabilidad y el servicio de orientación se puede realizar con el fin de configurar y poner en práctica la funcionalidad de la red.

Considerando los requisitos de los servicios de destino, casos de uso, y la infraestructura física dada, la orquestación y control arquitectura lógica, entonces se construye topologías orientadas a servicios lógicos del plano de datos y el plano de control y los mapas de estas topologías lógicas en la arquitectura de implementación funcional. (González & Salamanca, 28/01/2016)

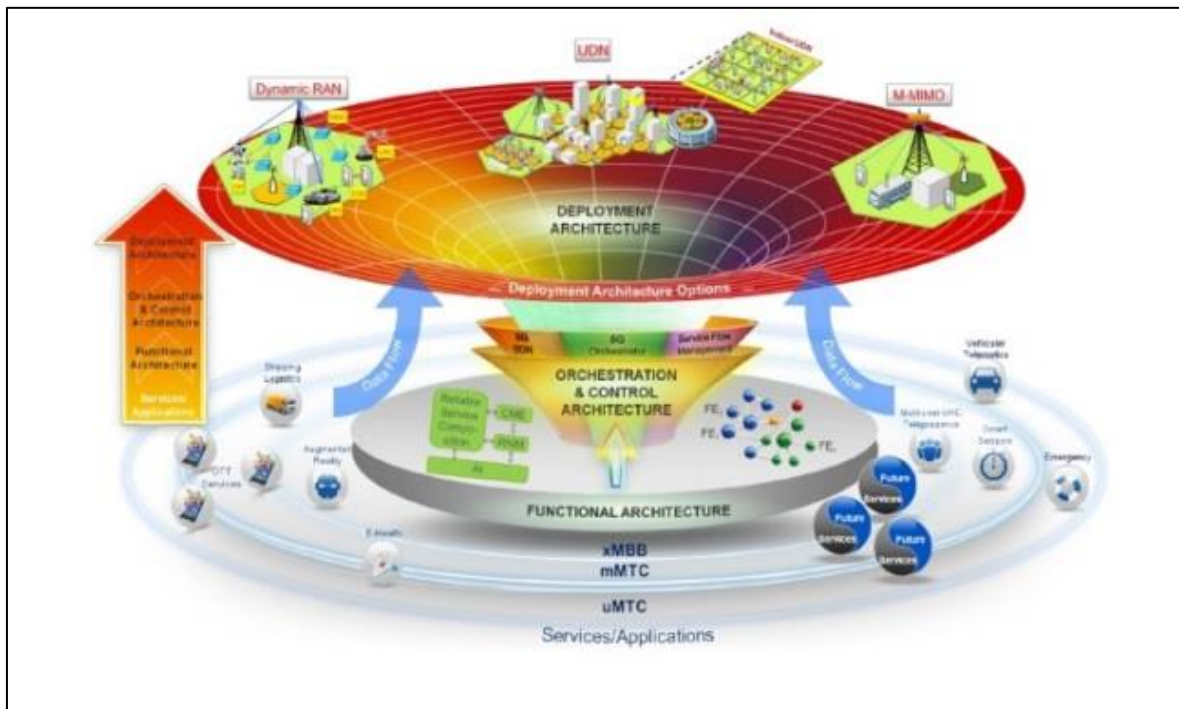


Fig. 6. Arquitectura Tecnológica 5g. Fuente: "METIS final project report" (2015)

La mayoría de los elementos clave de la arquitectura significativa 5G son:

- a) Centrarse en las funciones de red en lugar de entidades de red/nodos dando definiciones de funciones que se pueden implementar y aplicar cuando sea necesario.
- b) Separación de los datos del usuario y el sistema funcional de control.

c) La adaptación a casos de uso, no todas las funciones de la red deben ser utilizados para diferentes casos de uso. Las funciones pueden tener variantes, adaptadas para diferentes casos.

d) Interfaces funcionales, ubicadas entre las entidades de la red, con el objetivo de lograr la flexibilidad y evitar una mayor complejidad. (González & Salamanca, 28/01/2016)

## **1.2. VOZ SOBRE IP**

### **INTRODUCCIÓN A LA VOIP.**

En la década de los 90, un grupo de personas investigadoras se interesaron el transformar voz y videos sobre redes IP, especialmente en redes corporativas, hoy se le conoce como VoIP y es el proceso de dividir el audio y el video en pequeños segmentos que serán transferidos a través de una red IP

La idea de la VoIP no es nueva, existen patentes e investigaciones de décadas atrás, con la llegada del internet masivamente en los hogares tomó un valor importante el hecho de transformar estos paquetes y transferirlos por la red dejando la posibilidad de un despliegue masivo en la industria privada.

### **ARQUITECTURA.**

Los beneficios que aporta la voz sobre IP, en cuanto a su arquitectura por su distribución puede ser centralizada o distribuida, desde el punto de vista centralizado todo está en un mismo punto y las innovaciones futuras no podrían incorporarse con facilidad, aunque el termino distribuidas es un tanto complejo su implementación, sin embargo la VOIP nos brinda una gran flexibilidad.

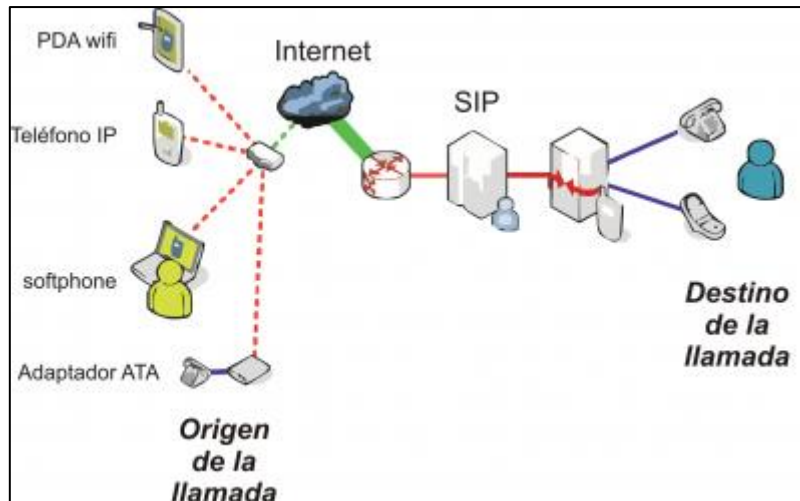


Fig. 7. Arquitectura, FUENTE: (GÓMEZ LÓPEZ & GIL MONTOYA, 2014)

### 1.2.1. PROTOCOLOS DE VOZ SOBRE IP

Existen varios protocolos comúnmente usados para VOIP, estos protocolos definen la manera en que por ejemplo los codecs se conectan entre sí y hacia otras redes usando VoIP. Estos también incluyen especificaciones para codecs de audio.

Protocolos de VoIP: son los lenguajes que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá la eficacia y la complejidad de la comunicación.

Por orden de antigüedad (de más antiguo a más nuevo):

- a) H.323: protocolo definido por la ITU-T(uni3n internacional de telecomunicaciones);
- b) SIP: protocolo definido por la IETF(Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet);
- c) Megaco (Tambi3n conocido como H.248) y MGCP: protocolos de control;
- d) UNISlim: protocolo propiedad de Nortel(Avaya);
- e) Skinny Client Control Protocol: protocolo propiedad de Cisco;
- f) MiNet: protocolo propiedad de Mitel;
- g) CorNet-IP: protocolo propiedad de Siemens;
- h) IAX: protocolo original para la comunicaci3n entre PBXs Asterisk (Es un est3ndar para los dem3s sistemas de comunicaciones de datos,[cita requerida]actualmente est3 en su versi3n 2, IAX2);
  - Skype: protocolo propietario peer-to-peer utilizado en la aplicaci3n Skype;
  - IAX2: protocolo para la comunicaci3n entre PBXs Asterisk en reemplazo de IAX;
  - Jingle: protocolo abierto utilizado en tecnología XMPP;
  - SCCP: protocolo propietario de Cisco;

- weSIP: protocolo licencia gratuita de voz Telecom.

### **El Protocolo H.323**

El protocolo más usado es el H.323, un standard creado por la International Telecommunication Union (ITU) (link) H323 es un protocolo muy complejo que fue originalmente pensado para videoconferencias. Este provee especificaciones para conferencias interactivas en tiempo real, para compartir data y audio como aplicaciones VoIP. Actualmente H323 incorpora muchos protocolos individuales que fueron desarrollados para aplicaciones específicas.

Como pueden ver H.323 es una larga colección de protocolos y especificaciones. Eso es lo que lo permite ser usado en tantas aplicaciones. El problema con H.323 es que no fue específicamente dirigido a VoIP.

### **El protocolo SIP**

El protocolo SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización a nivel de aplicación encargado de la iniciación, modificación y terminación de sesiones multimedia, las cuales se llevan a cabo de manera interactiva. Por sesiones multimedia se refiere a aplicaciones de mensajería instantánea, aplicaciones de video, de audio, conferencias y aplicaciones similares.

SIP se definió en el RFC 2543 en marzo de 1999 por el grupo de trabajo MMSC perteneciente a IETF. En junio del 2002, el IETF publicó una nueva revisión de SIP con el RFC 3261. (GÓMEZ López & GILL Montoya, 2010, pág. 32)

TABLA 1.2  
CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO SIP

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
<b>Localización del usuario</b>	SIP posee la capacidad de poder conocer en todo momento la localización de los usuarios. De esta manera no importa en qué lugar se encuentre un determinado usuario. En definitiva, la movilidad de los usuarios no se ve limitada.

---

<b>Negociación de los parámetros</b>	Posibilidad de negociar los parámetros necesarios para la comunicación: puertos para el tráfico SIP así como el tráfico media, direcciones IP para el tráfico Media, códec, etc.
<b>Disponibilidad del usuario</b>	SIP permite determinar si un determinado usuario está disponible o no para establecer una comunicación.
<b>Gestión de la comunicación</b>	Permite la modificación, transferencia, finalización de la sesión activa. Además, informa del estado de la comunicación que se encuentra en proceso.

---

protocolo SIP posee cuatro características que lo hacen muy recomendable para cumplir esta función:

Fuente: (GÓMEZ López & GILL Montoya, 2010, pág. 33)

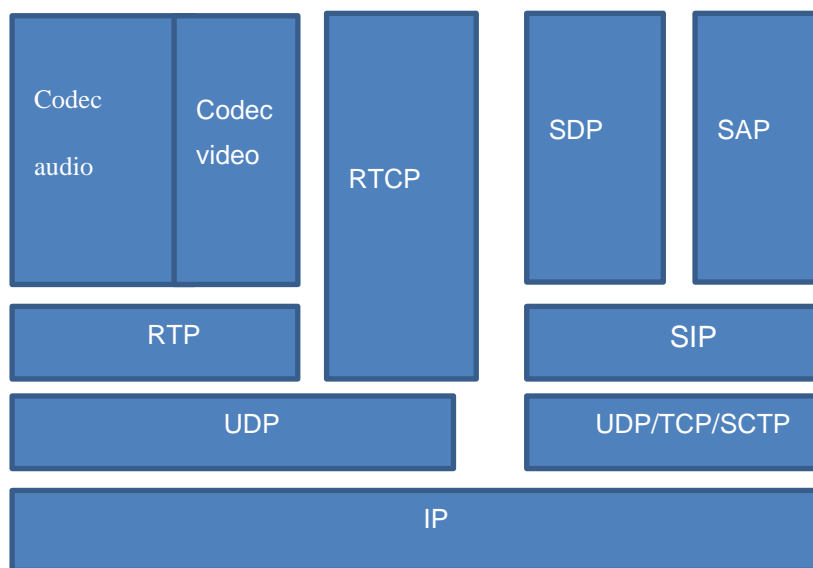


Fig. 8. Arquitectura de protocolo SIP, fuente: (Gómez López & Gil Montoya, 2014)

### 1.3 Tipos de Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas se pueden clasificar en cuatro grupos específicos según el área de aplicación y el alcance de la señal [1-3]: redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Area Networks - WPAN), redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Area Networks - WLAN), redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan-Area Networks - WMAN), y redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Area Networks - WWAN). La Figura 1 ilustra estas cuatro categorías. (SALAZAR, 2016)

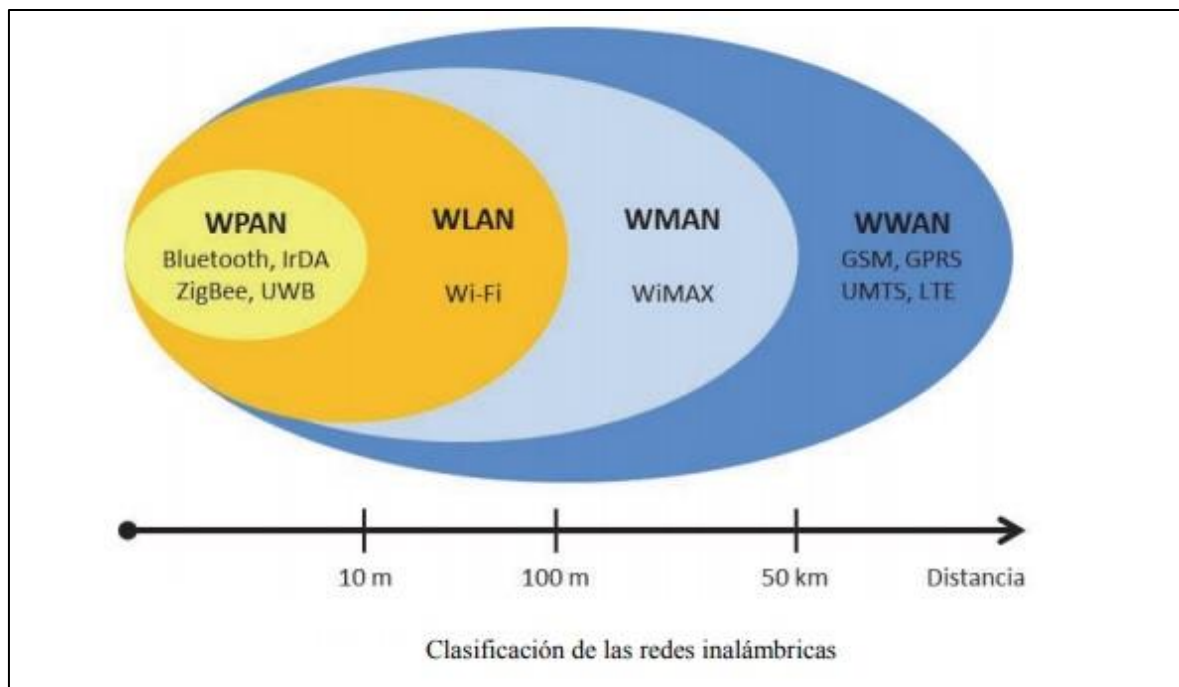


Fig. 9. Clasificación de redes inalámbricas, Fuente: (SALAZAR, 2016)

#### Redes inalámbricas de área local (WLAN)

Las redes inalámbricas de área local (WLAN) están diseñadas para proporcionar acceso inalámbrico en zonas con un rango típico de hasta 100 metros y se utilizan sobre todo en el hogar.



Fig. 10. Esquema de una wlan en el hogar, fuente: (SALAZAR, 2016)

De forma simplificada, una red WiFi es el nexo de unión entre una red de datos fija y una serie de dispositivos que funcionan de modo inalámbrico.

### **Ventajas de la red inalámbrica**

**Accesibilidad.-** todos los equipos portátiles y la mayoría de teléfonos móviles vienen equipados con la tecnología WIFI necesaria para conectarse directamente a una LAN Inalámbrica.

**Movilidad.-** los usuarios pueden permanecer conectados a la red incluso cuando se encuentren en movimiento.

**Productividad.-** ayuda al personal a realizar su trabajo fomentando la colaboración.

**Fácil configuración.-** las redes LAN inalámbricas facilitan la conectividad de red en ubicaciones de difícil acceso.

**Escalabilidad.-** los usuarios cuando necesiten ampliar su red lo podrán realizar rápidamente ya que no tienen que realizar cableado.

**Seguridad.-** los avances de la tecnología Wi-Fi proporcionan protecciones de seguridad sólidas para que los datos estén disponibles para los usuarios a las que le permita el acceso.

**Costos.-** con una red inalámbrica puede reducir los costos, ya que se eliminan o se reducen los costos de cableado. (Delgado Ortiz, 2011, pág. 18)

### 1.3.2 Protocolos de Redes Inalámbricas

La familia de protocolos 802.11 son la base de WiFi.

- a) 802.11 permite hasta 54 Mbps en las bandas no licenciada a 5 GHz.
- b) 802.11b permite hasta 11 Mbps en la banda no licenciada a 2.4 GHz.
- c) 802.11g permite hasta 54 Mbps en la banda no licenciada a 2.4 GHz.
- d) 802.11n permite hasta 600 Mbps en las bandas no licenciadas a 2.4 GHz y 5 GHz.
- e) 802.16 (WiMAX) no es WiFi! Es una tecnología completamente diferente que usa tanto frecuencias licenciadas como frecuencias exentas.

Las tecnologías específicas utilizadas por los equipos WiFi incluyen 802.11a, b, g, y n. 802.11n fue ratificado por IEEE en septiembre 2009, es un estándar muy reciente.

802.11g es compatible con 802.11b, y 802.11n es compatible con 802.11 cuando opera a 5 GHz, y con b/g en la banda de 2.4 GHz. 802.11n puede utilizar dos canales adyacentes de 20 MHz, para un total de 40MHz lo que no está contemplado en los estándares anteriores, y de esta manera puede alcanzar rendimientos reales superiores a 100 Mbps. El estándar permite inclusive mejorar esta cifra usando múltiples flujos de datos y ya existen equipos que utilizan esta modalidad.

802.11a,b,y g son ahora parte del estándar IEEE 802.11-2007 que comprende todas las enmiendas ratificadas hasta ese año, incluyendo 802.11e que permite QoS (calidad de Servicio).

Obsérvese que WiMAX es una tecnología completamente diferente de WiFi, está basada en estándares diferentes y puede operar tanto en bandas licenciadas como exentas de licencia. (es.wikipedia.org, 2019)

## 1.4 SERVIDOR ASTERISK

### Introducción.

En las últimas décadas la tecnología ha avanzado de una manera imparable y desde hace poco estos avances han llegado al mundo de las comunicaciones.

Un chico joven (Mark Spencer) decidió montar una empresa para brindar soporte con temas relacionados con GNU/Linux, al que llamo Linux Support Services, para captar clientes y meterse en el mercado Mark quería dar un servicio las 24 horas del día, de tal manera que podrían llamar al LLS, dejar un mensaje y su incidencia seria atendida lo más antes posible.



Esta idea derivó en un sistema telefónico, tras hacer varias consultas el costo era muy elevado, la idea, pero Mark tenía esa mentalidad de hacker. ¿Y por qué no hacerlo yo mismo?

Así emprendió la aventura de programar una PBX desde cero, algo inexistente. (Gómez López & Gil Montoya , 2014)

Para conectar teléfonos estándares analógicos son necesarias tarjetas electrónicas telefónicas FXO y/o FXS fabricadas por Digium u otros proveedores. La primera consiste en cualquier dispositivo que actúe como un teléfono tradicional, conectado a una línea telefónica convencional, o sea es capaz de dar tono de marcado, hacer ring, descolgar y colgar. El segundo es un generador de línea telefónica interna, provee la alimentación, y las señales eléctricas (tensiones) necesarias para generar el tono de llamada y para establecer la comunicación del audio. En resumen FXO se conecta a la línea telefónica de un proveedor y FXS genera una línea telefónica interna.

Quizá lo más interesante de Asterisk es que reconoce muchos protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP. Asterisk puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como Gateway entre ambos.

Uno de los puntos fuertes del software Asterisk es que permite la unificación de tecnologías: VoIP, GSM y PSTN.

Asterisk se empieza a adoptar en algunos entornos corporativos como una gran solución de bajo coste junto con SER (Sip Express Router).

### **Arquitectura y Componentes**

Desde el punto de vista de su arquitectura, Asterisk se define como un conector universal que enlaza protocolos de telefonía con servicios de telefonía. Es decir, que es posible conectar cualquier teléfono, línea, o paquete de voz a otra interfaz o servicio de destino con el fin de proveer la funcionalidad requerida. (Rios Peña & Coronado, 2011, pág. 18)

La flexibilidad de Asterisk está dada por su diseño, ya que se compone esencialmente de un núcleo y varios tipos de módulos que pueden cargarse y descargarse dinámicamente. Son los módulos los que hacen posible que Asterisk tenga gran cantidad de características, ya que cada día crecen en número y en funcionalidades de acuerdo con el progreso y el desarrollo de nuevos proyectos. (Gómez López & Gil Montoya , 2014)

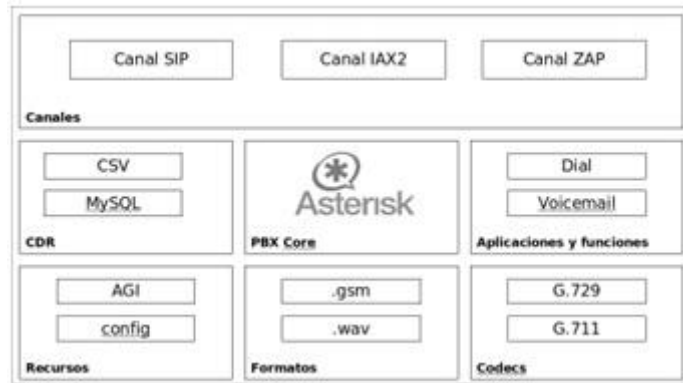


Fig. 11. Arquitectura de asterisk, fuente (Gómez López & Gil Montoya, 2014)

A continuación, se definen los componentes:

- ✓ Core. Se trata del núcleo de Asterisk, que incluye las funciones más básicas y posibilita la carga de módulos.
- ✓ Recursos. Aportan funcionalidades adicionales al core, como la posibilidad de leer ficheros de configuración (res\_config), música en espera (res\_musiconhold), etc.
- ✓ Canales. Permiten a Asterisk manejar un dispositivo de una determinada tecnología. Por ejemplo, para manejar dispositivos SIP se utiliza el módulo chan\_sip, para IAX2 chan\_iax y para canales analógicos/digitales chan\_zap.
- ✓ Aplicaciones y funciones. Estos módulos conforman la “caja de herramientas” de Asterisk, ya que son los módulos que aportan las distintas herramientas para configurar nuestro sistema Asterisk.
- ✓ CDR. Estos módulos controlan la escritura del registro telefónico generado por Asterisk a diferentes formatos, por ejemplo, a un fichero CSV, una base de datos MySQL, etc. (Gómez López & Gil Montoya, 2014)

Una vez que estamos dispuestos a instalar asterisk, la pregunta que todo mundo se hace es: ¿cuál de las distribuciones es la mejor? En este caso en particular se utiliza una distribución de Issabel PBX que ya se encuentra liberada la versión 4.0 desde el 14 de junio del 2017, es la evolución de elastix.

En esta distribución hay algunos componentes pre instalados como, asterisk, asterisk Addons entre otros elementos necesarios para que funcione correctamente la central telefónica. (GÓMEZ López & GILL Montoya, 2010)

## 1.4.1 Configuración básica de asterisk

### Protocolo Sip.

El protocolo sip (protocolo de inicialización de sesión) es el encargado de establecer la comunicación entre dos dispositivos. Este protocolo está en el nivel de aplicación transportando señalización, establece mantiene y finaliza la sesión de la comunicación de audio.

Gracias al protocolo SIP los terminales se registran en el servidor con su dirección IP para que sepa a qué dirección enviarles la llamada.

### Configuración de los canales SIP.

Una vez instalado asterisk la configuración de los usuarios sip se realiza en el fichero sip.conf, como en la mayoría de los ficheros existe una sección denominada *[general]*

*[general]*

*Parámetro1=valor1*

*Parametro2=valor2*

*[bob]*

*Parametro3=valor3*

*[alice]*

*Parametro4=valor4*

Cada sección tiene fijo su sección y su propio parámetro.

En la definición de usuarios lo más importante es el tipo asterisk define tres tipos como

Peer.- son los usuarios que asterisk envía llamadas

User.- solos los usuarios que reciben llamadas.

Fríen.- son los usuarios con las dos propiedades envían y reciben llamadas.

### Ejemplo completo.

*[bob]*

*type=fríen*

*secret=1234*

*context=desde\_usuario*

*collarid=Bon <2100>*

*host=dinamic*

bob se a definido de tipo fríen, es así que también se han agregado otros parámetros

secret.- Indica la contraseña que se utiliza para autenticar al usuario.

Context.- indica el contexto que aplicara a este usuario.

Collarrid.- fija el identificador del llamante para el usuario definido, cuando el usuario realice una llamada se verá el número de identificación.

Host.- indica la ip del usuario pero lo recomendable es poner dynamic de esta manera se requiere el registro su dirección IP. (Gómez López & Gil Montoya , 2014, págs. 72,73)

## 1.5 Lógica de Mercado

El dialplan es la razón de asterisk pues el dial plan es como una tabla de enrutado, donde el cliente marca un número y el dialplan define las acciones a realizar para ese número.

Contextos, extensiones y prioridades

Esta es la estructura de un archivo extencions.conf del dialplan de asterisk contextos, extensiones y prioridades.

Las exenciones son los números designados a cada usuario, estas extensiones contienen acciones asociadas que son ejecutadas de forma secuencial, por orden de prioridad.

Los contextos son agrupaciones lógicas de extensiones y se utilizan para dividir el dialplan en diversos entes lógicos.

En el ejemplo se muestra un sencillo contexto con una extensión con 2 prioridades. Siempre es necesaria la prioridad 1, pero para las siguientes prioridades se puede usar la 'n', que hará que se incremente automáticamente en una unidad, evitando así tener que hacerlo manualmente.

[prueba]

exten => 1234,1,Noop(Esto es una prueba)

exten => 1234,n,Noop(Esto es otra prueba)

## 1.6 IVR

IVR(respuesta de voz Interactiva) es un sistema telefónico capas de interactuar con el usuario con respuestas pre grabadas y reconocimiento de respuestas simples, está orientado a entregar o capturar información a través del teléfono una IVR pueden estar integrados con procesos mucho más complejos se encarga de compras completas, identificación de clientes, consulta de pedidos en los sistemas empresariales. En si gestiona cualquier proceso automático telefónicamente.

Esto es posible gracias al sistema multifrecuencia o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency). De esta manera, el sistema teniendo en cuenta al tono de la tecla pulsada acciona en consecuencia con la opción seleccionada.

Otras tecnologías que se están implementando junto a la IVR es la del TTS (Text to Speech), que permite transformar texto a audio que escucha el operador o ASR (Reconocimiento de Voz), que ha permitido ampliar las posibilidades de estos sistemas ya que permite que no sólo se tengan que ceñir a un número finito de respuestas sino que “entienden” lo que les está pidiendo el usuario. (zadarma, 2019)

Para poder entender mejor a continuación se ilustra un ejemplo

IVR al que llegarán las llamadas entrantes;

El mensaje de Bienvenida dice “Gracias por llamar a nuestra empresa. Para hablar con el departamento de Ventas pulse 1, para hablar con Contabilidad pulse 2.

Si conoce la extensión de la persona con la que desea hablar, márquela ahora”

[entrada]

```
exten => s,1,Set(TIMEOUT(digit)=3)
```

```
exten => s,n,Set(TIMEOUT(response)=9); Comprobamos si estamos en horario de oficina
```

```
exten => s,n,GotoIfTime(09:00-19:30|monfri|*|*?dentro_horario)
```

```
exten => s,n,Playback(estamos-cerrados-deje-mensaje)
```

```
exten => s,n,VoiceMail(999,s)
```

```
exten => s,n,Hangup
```

```
exten => s,n(dentro_horario),Background(bienvenida)
```

```
exten => s,n,WaitExten(10)
```

```
exten => s,n,Goto(operadora) ; Si elige la opción 1, mandamos al usuario a la cola de Ventas
```

```
exten => 1,1,Queue(ventas,t,60)
```

```
exten => 1,n,Hangup ; Si elige la opción 2, mandamos al usuario a la cola de Contabilidad
```

```
exten => 2,1,Queue(contabilidad,t,60)
```

```
exten => 2,n,Hangup
```

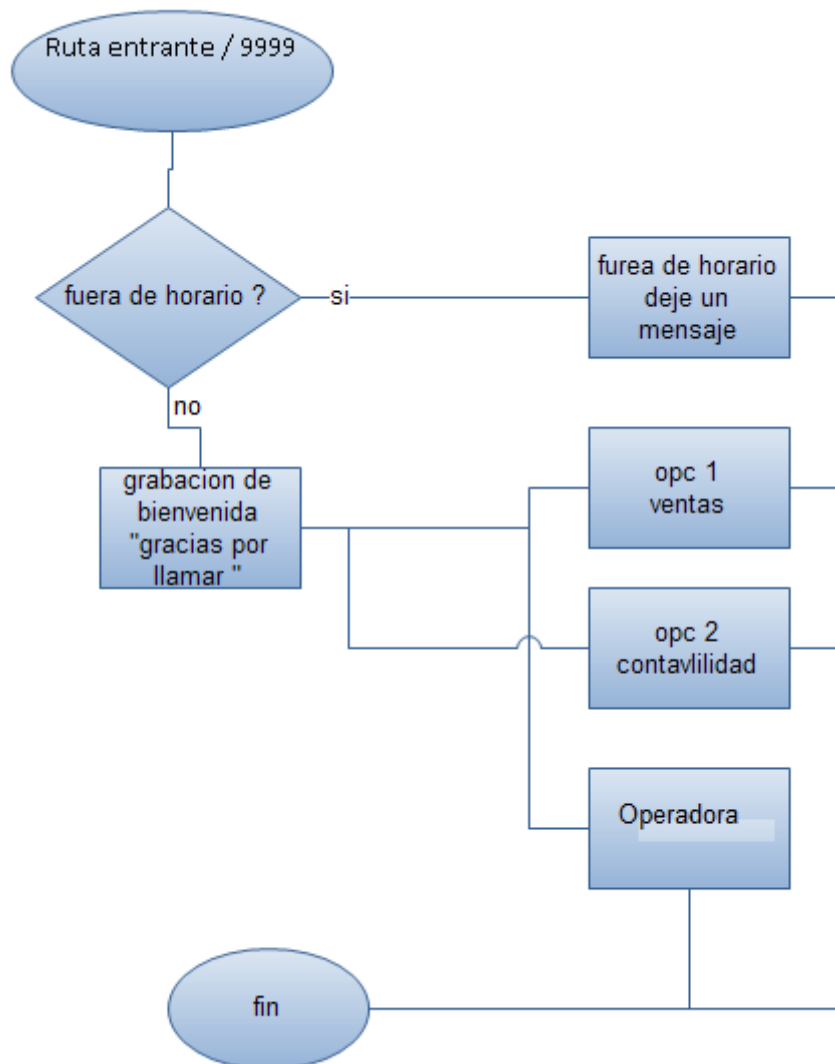
```
; Si elige una opción incorrecta, volvemos a darle las instrucciones
```

```
exten => i,1,Goto(s,1) ; Si no selecciona ninguna opción, lo mandamos a la cola de operadores
```

```
exten => t,1,Queue(operadora) ; Al incluir el contexto a-extensiones, permitimos que el usuario teclee un número de extensión directamente
```

```
include => a-extensiones
```

De esta manera se crea un pequeño menú con tres opciones en las que claramente se especifican los departamentos que tiene esta empresa y los servicios que presta (Gómez López & Gil Montoya , 2014)



Para poder hacer IVR's más robustas es necesario la utilización de otro tipo de programación con herramientas como agi (Asterisk Gateway Interface) es una interfaz de pasarela de asterisk, permite la comunicación con sistemas de terceros ejecuta directamente el script agi.

## 1.7 PHP

Existe una variedad de API y Frameworks para PHP, los más destacados:

- ✓ PHPAGI, es el más popular con diferencia, y simple de aplicar
- ✓ AGISpeedy, es un servidor AGI, creado en PHP.

### 1.7.1 Instalando PHP-AGI

El metodo de instalación de PHP-AGI es muy sencillo, considerando que simplemente debemos meter la API en el directorio de AGI por defecto `/var/lib/asterisk/agi-bin/`:

```
# cd /usr/src ; directorio donde se descarga las aplicaciones
```

```
# wget http://sourceforge.net/projects/phpagi/files/latest/ -O phpagi.tgz
```

```
# tar -xvf phpagi.tgz ; comando para descomprimir empaquetados .tgz
```

```
# mkdir /var/lib/asterisk/agi-bin/phpagi ;comando para crear directorios
```

```
# cp -r /usr/src/phpagi-<version_phpagi>/* /var/lib/asterisk/agi-bin/phpagi/ ; comando para copiar y pegar en diferente directorio
```

Una vez instalado PHPAGI en el directorio `/var/lib/asterisk/agi-bin/phpagi/` ya podemos hacer referencia en el script que se quiera trabajar, un ejemplo práctico se ilustra a continuación.

ejemplo1.php es el nombre del archivo alojado en el directorio `/var/lib/asterisk/agi-bin`

```
#!/usr/bin/php -q
```

```
?php ; definimos que php sera el lenguaje interprete de nuestro program set_time_limit(30); ; define el tiempo màximo de ejecución del AGI.
```

```
require('include/phpagi.php'); incluimos la clase phpagi a nuestro programa.
```

```
error_reporting(E_ALL); le decimos a php que nos reporte todos los errores.
```

```
$agi = new AGI(); creamos una instancia de nuestra clase phpagi.
```

```
$a = 10 + 15; sumamos 10 + 15 y le asignamos el resultado a la variable $a.
```

```
$agi->say_digits($a); ejecutamos el metodo say_digits de nuestra clase agi y le pasamos como parametro la variable $a.
```

```
?>
```

En el archivo `extensions_custom.conf` que se encuentra en el directorio

Include=>ejemplo1

[ejemplo1]

exten => 3000,1,AGI(ejemplo1.php)

some=>Hangup()

De esta manera al marcar al marcar el número 3000 se invoca al ejemplo1.php ejecutándose el cocido que anteriormente se explicó. (voip-info.org, 2020)

## 1.8 FreeTDS.

FreeTDS es un conjunto de bibliotecas para Unix y Linux que permite a los programas comunicarse de forma nativa con las bases de datos Microsoft SQL Server y Sybase.

FreeTDS es una implementación de código abierto del protocolo TDS (Tabular Data Stream) utilizado por SQL y Sybase para sus clientes. Admite muchos tipos diferentes de protocolo y tres API para acceder a él. Además, FreeTDS funciona con otro software como Perl y PHP o cualquier otro programa C , C++) (Wikipedia, 2019)

## 1.9 MicroSIP

**MicroSIP.**- es un softphone SIP portátil basado en la pila PJSIP disponible para Microsoft Windows. Facilita las llamadas VoIP de alta calidad ( p2p o en teléfonos normales) basadas en el protocolo SIP abierto.

MicroSIP entra en la categoría de software libre y de código abierto y se está lanzando bajo la Licencia Pública General de GNU.

Se basa en la pila PJSIP y se basa en las funciones disponibles.

Las características distintivas de este software son:

- a) Perfil de una aplicación de fondo ligera
- b) Pequeña huella de memoria (<20 mb de uso de RAM)
- c) Fuerte adherencia al estándar SIP
- d) Soporte para varios

códex: Opus , SILK , G.722 , G.729 , G.723.1 , G.711 , Speex , iLBC , GSM , AMR , AMR-WB y códex de video H.264 , H.263 + , VP8 .

- e) STUN y ICE NAT transversal
- f) SIP SIMPLE presencia y mensajería

Hay dos variantes, una versión completa con video y una versión "Lite" para voz y mensajería solamente.(wikipedia, MicroSIP, 2019)



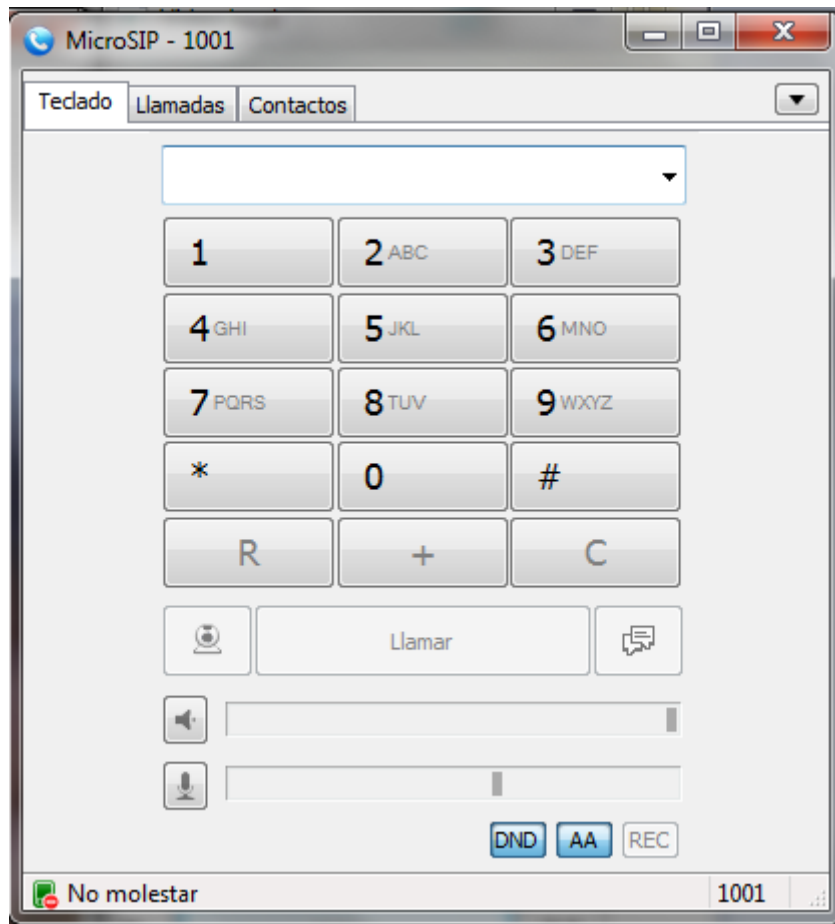


Fig. 12. MicroSIP. Fuente Propia

## CAPÍTULO II.

### 2. DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

#### 2.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Para la elaboración de este proyecto se necesita tener dos aspectos importantes como son hardware y software.

##### 2.1.1 HARDWARE.

Para poder implementar un servidor de telefonía IP no es necesario un súper servidor al contrario como la utilización de computadores que se encuentran descontinuados como un computador Pentium IV o un core I3 de primera generación sin embargo se dispone de un servidor HP ProLiant ML310e Gen8 v2 - Servidor (3,1 GHz, Intel Xeon, E3-1220V3, 8,89 cm (3.5"), SATA, Serial Attached SCSI (SAS), 0, 1). Este equipo por sus características es el idóneo para instalar sistema operativo open source.

##### 2.1.2 SOFTWARE

Con respecto al software se instalará una central telefónica llamada Issabel PBX que es una distribución libre con licencia GNU (General Public License). Esta distribución ya viene preinstalado asterisk, festival como sintetizador de voz, php como script de desarrollo y freeTDS con sus librerías para entablar la relación entre asterisk y el manejo de la base de datos SQL SERVER, así como también posee una aplicación web para su uso y configuración.

Issabel PBX está basada en la versión GPL de Elastix 4, los desarrolladores actualizaron el sistema operativo a Centos 7 y de otros proyectos libres.

##### **Lista de requerimientos:**

- ✓ *Issabel pbx*
- ✓ *Festival*
- ✓ *hispavoces-sfl-diphone*
- ✓ *freeTDS*
- ✓ *unixODBC*
- ✓ *php\_mssql*
- ✓ *Zoiper*
- ✓ *MicroSIP*

Por el lado de los servidores

Windows Server ,SQL Server (BDD)

### 2.1.3 ISSABEL PBX

Issabel, la plataforma de comunicaciones unificadas y Coll Center libera una ISO con asterisk 13 estable, como base el sistema operativo actualizado de Centos 7.5, con sus nuevas actualizaciones de seguridad y soporte a procesadores Intel de séptima generación.

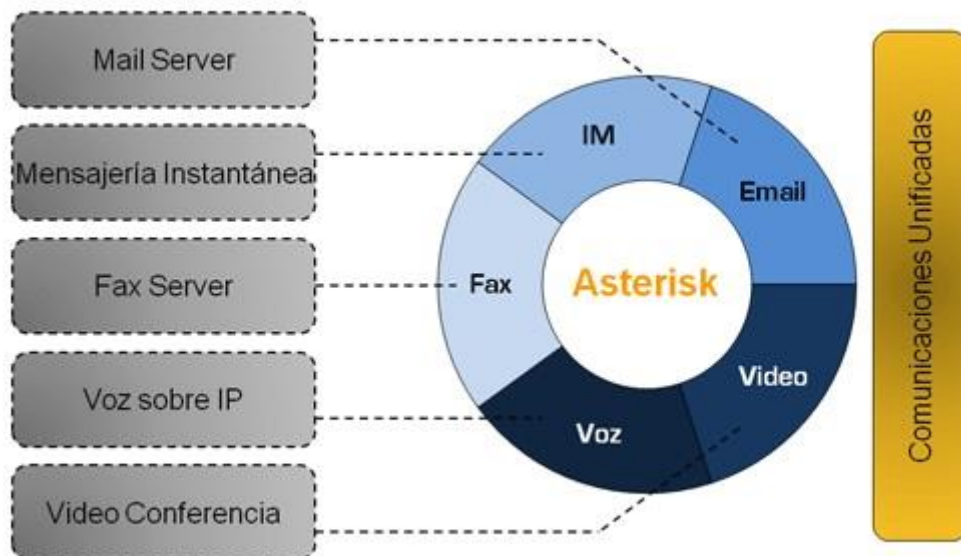


Fig. 13. Arquitectura de asterisk, fuente (Themes, 2019)

Issabel PBX ofrece los servicios de Mail Server, Mensajería Instantánea, Fax, voz sobre IP y video Conferencia, diferentes tipos de comunicación basados en Asterisk como plataforma principal.

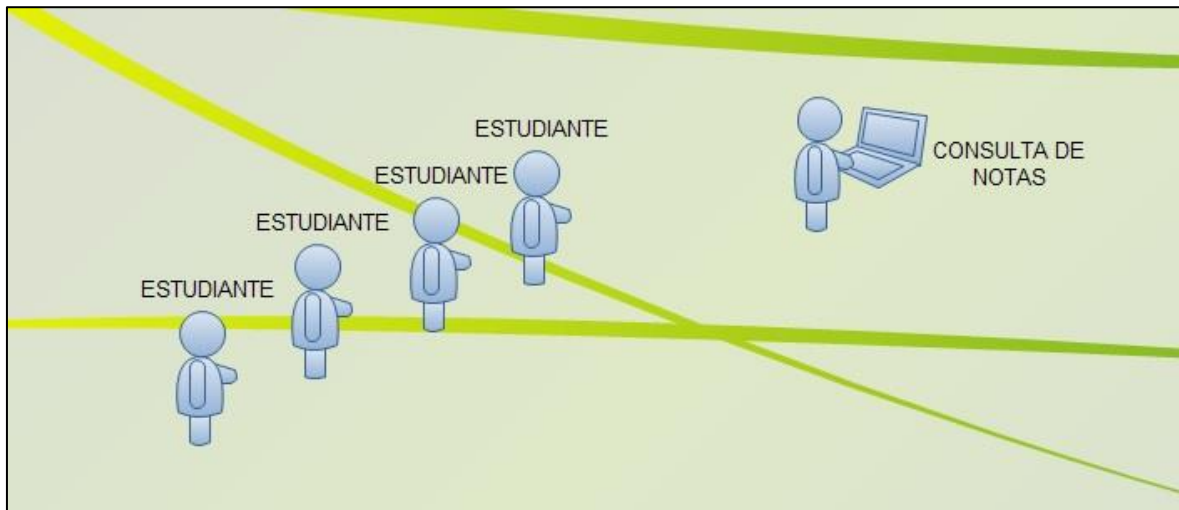
## 2.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO

La sección de Laboratorios de Cómputo y Servicios Informáticos mantiene un proceso de gestión de calidad, sirviendo a la Universidad y la comunidad en general en un ambiente acogedor y seguro, esta implementado con software actualizados y disponible para sus usuarios.

Obtener acceso a los recursos es una ventaja significativa de ir a la universidad. Tales recursos pueden incluir, laboratorios de ciencia o incluso un espacio para una oficina. Los

laboratorios de computación, sin embargo, son un recurso crítico que casi cualquier estudiante puede utilizar en algún momento durante su carrera universitaria.

Una de las desventajas es el uso de un solo computador para la consulta de notas en el campus universitario.



*Fig. 14. Cola para la consulta de notas, elaboración propia*

Los estudiantes se aglomeran en la consulta de notas asiendo que se provoque una cola para la consulta de las notas y en algunos casos se acercan a la secretaria para pedir un reporte de las notas, provocando que la secretaria realice esta actividad desperdiciando el tiempo, mismo que lo podría utilizar para hacer otra actividad.

Además de poder hacer consulta de notas se puede hacer llamadas entre usuarios que se encuentran registrados en la central telefónica Issabel PBX, provocando un consumo sin costo de saldo o megas de los diferentes planes que las operadoras ofrecen.

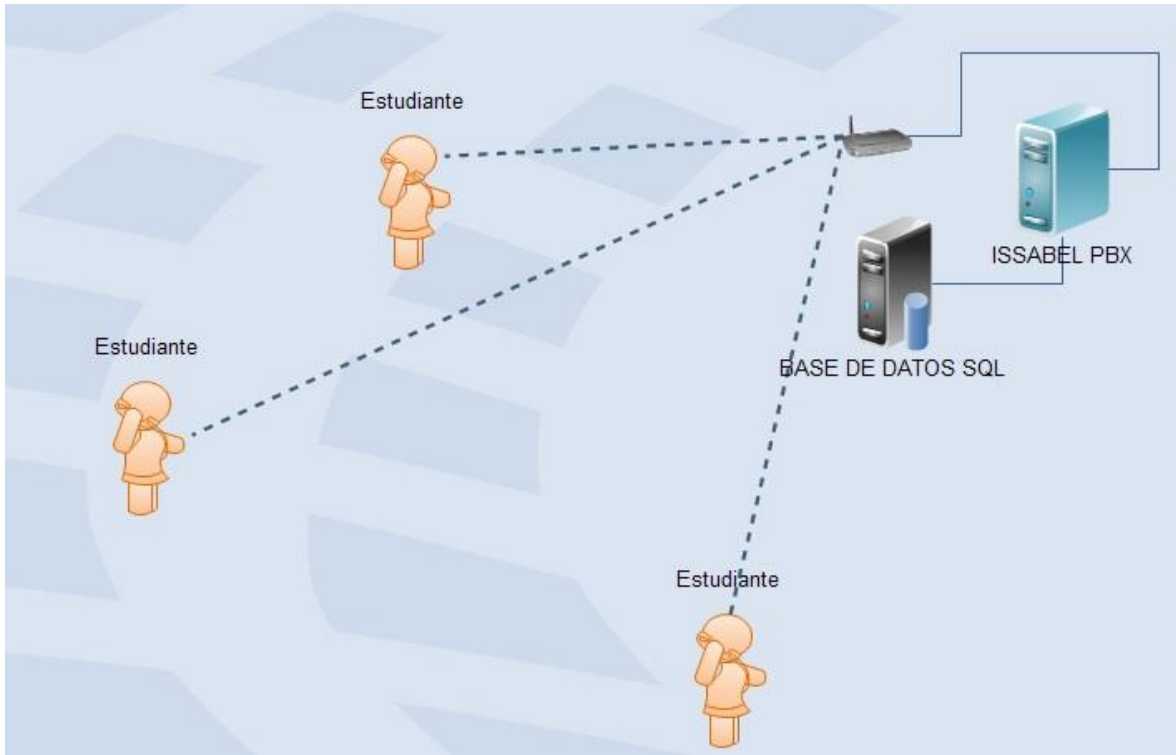


Fig. 15. Acceso inalámbrico,

fuentes propia

## 2.2.1 Análisis de la infraestructura

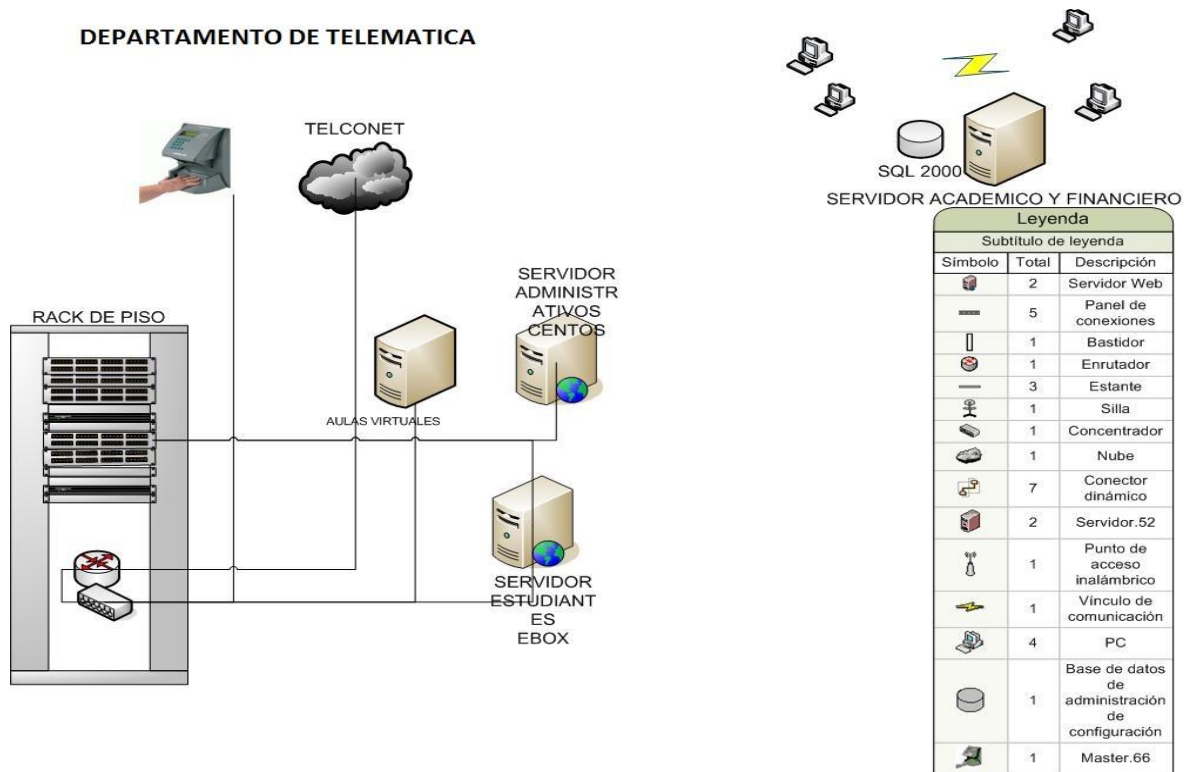


Fig. 16. Infraestructura de la red y servidores,

fuelle propia

En el departamento de telemática se encuentra centralizado la comunicación tanto del servicio de internet como el manejo de datos, prácticamente se administra las conexiones a los servidores y la comunicación de cableada a los laboratorios administrativos, cubículos, biblioteca y la configuración de equipos inalámbricos como antenas, routers mismos que prestan el servicio de internet Inalámbrico dentro del campus Universitario.

Para poder brindar el servicio de consulta de notas, es necesario aumentar un servidor o computador con la central telefónica, esta central telefónica estará interactuando con el servidor de notas, en la gráfica se muestra a infraestructura.

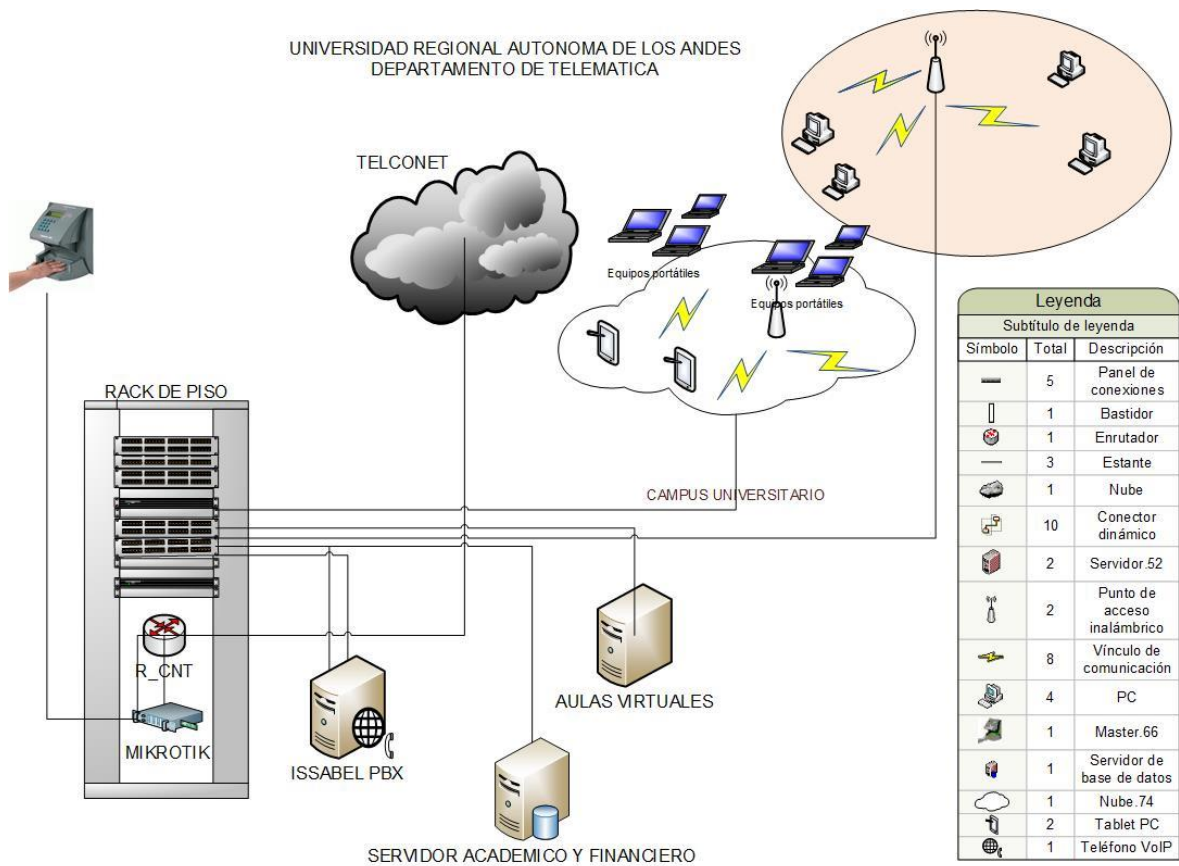


Fig. 17. Esquema de la red incluido el nuevo servidor,

fuelle propia

En este nuevo servidor se le instalará Issabel PBX, se escogió esta distribución de software libre, ya viene preinstalado algunos componentes como festival que es el sintetizador de voz con el que trabaja muy bien asterisk.

### 2.2.2 DISEÑO DE LA RED TELEFÓNICA

La red telefónica de Uniandes Extensión Ibarra tiene una central telefónica análoga que solo distribuye la comunicación a Recepción, quien a su vez coordina las llamadas a los diferentes departamentos como director, Académico, administrativo, coordinación, biblioteca, telemática, departamento de Investigación y la sala de conferencias.

Con la implementación de Issabel PBX integra todos los medios de comunicación como Voip, fax y MSM , de esta manera tendremos libre comunicación dentro del campus universitario aprovechando el acceso al internet que brinda Uniandes a sus estudiantes.

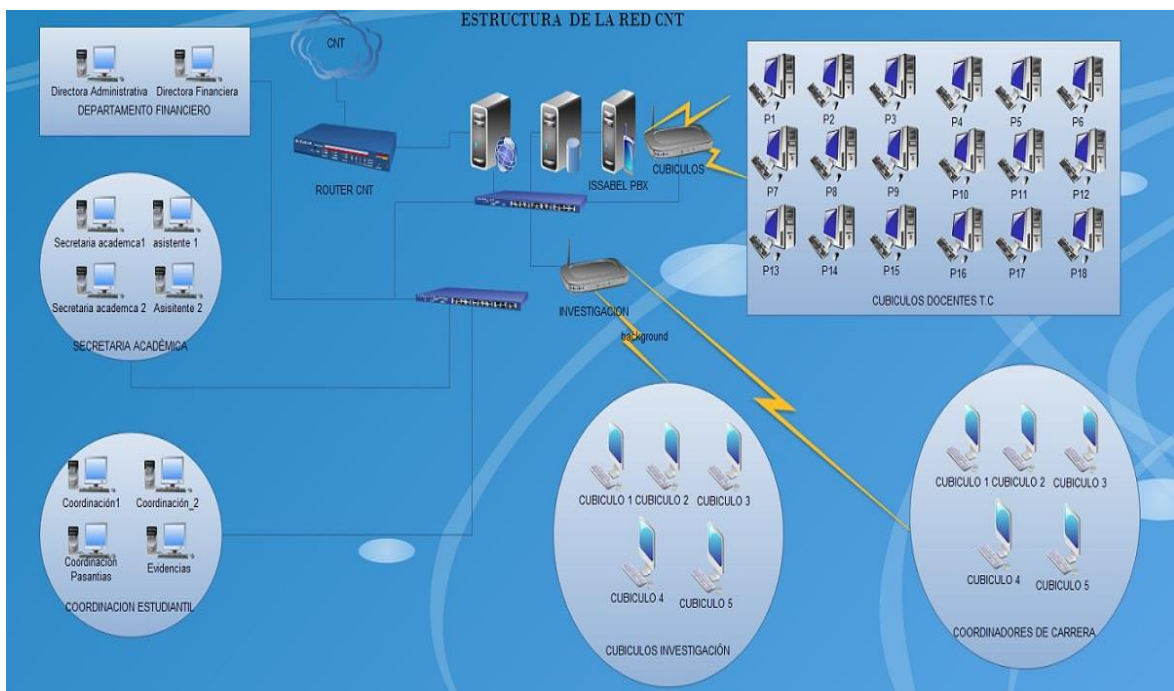


Fig. 18. Estructura de la red CNT,

fuentes propia

## 2.3 Instalación de Issabel

Para la instalación de Issabel PBX tenemos que descargar la ISO que está disponible en el sitio oficial [www.issabel.org](http://www.issabel.org) , una vez hecho esto podremos instalar en el servidor que tenemos disponible.



Fig. 19. Pantalla de arranque previo la instalación de Asterisk

fuentes propia

Como podemos ver podemos instalar la versión de Asterisk 11 o Asterisk 13 para nuestra aplicación instalamos la versión 13. Una vez seleccionado la versión comienza a cargar los módulos necesarios para su instalación,

```
[ OK ] Started Plymouth switch root service.
Starting Switch Root...

Welcome to Issabel 4!

[ OK ] Stopped Switch Root.
[ OK ] Created slice system-anaconda\x2dtmp.slice.
[ OK ] Listening on LVM2 poll daemon socket.
[ OK ] Stopped target Switch Root.
[ OK ] Reached target Snap.
[ OK ] Set up automount Arbitrary Executable File Formats File System Automount Point.
Mounting Debug File System...
[ OK ] Listening on udev Control Socket.
[ OK ] Stopped Flush Journal to Persistent Storage.
[ OK ] Stopped Journal Service.
Starting Journal Service...
Starting Apply Kernel Variables...
[ OK ] Listening on udev Kernel Socket.
Mounting Huge Pages File System...
[ OK ] Stopped target Initrd Root File System.
[ OK ] Reached target Timers.
Mounting POSIX Message Queue File System...
[ OK ] Listening on Delayed Shutdown Socket.
[ OK ] Reached target Paths.
Starting Create Static Device Nodes in /dev...
[ OK ] Created slice User and Session Slice.
[ OK ] Reached target Slices.
Mounting Temporary Directory...
[ OK ] Stopped target Initrd File Systems.
[ OK ] Listening on LVM2 metadata daemon socket.
Starting Device-Mapper Multipath Device Controller...
[ OK ] Listening on /dev/initctl Compatibility Named Pipe.
Starting Remount Root and Kernel File Systems...
[ OK ] Mounted Huge Pages File System.
[ OK ] Mounted POSIX Message Queue File System.
[ OK ] Mounted Debug File System.
[ OK ] Mounted Temporary Directory.
[ OK ] Started Apply Kernel Variables.
[ OK ] Started Journal Service.
[FAILED] Failed to start Device-Mapper Multipath Device Controller.
See 'systemctl status multipathd.service' for details.
[ OK ] Started Remount Root and Kernel File Systems.
Starting Rebuild Hardware Database...
Starting Flush Journal to Persistent Storage...
Starting Load/Save Random Seed...
Starting Rebuild Dynamic Linker Cache...
Starting Configure read-only root support...
[ OK ] Started Create Static Device Nodes in /dev.
[ OK ] Reached target Local File Systems (Pre).
Starting udev Kernel Device Manager...
[ OK ] Started Load/Save Random Seed.
[ OK ] Started Flush Journal to Persistent Storage.
[ OK ] Started Configure read-only root support.
```

Fig. 20. Instalación

fuentes propia



Se seleccionamos el idioma, en nuestro caso español Ecuador y se continúa con la instalación

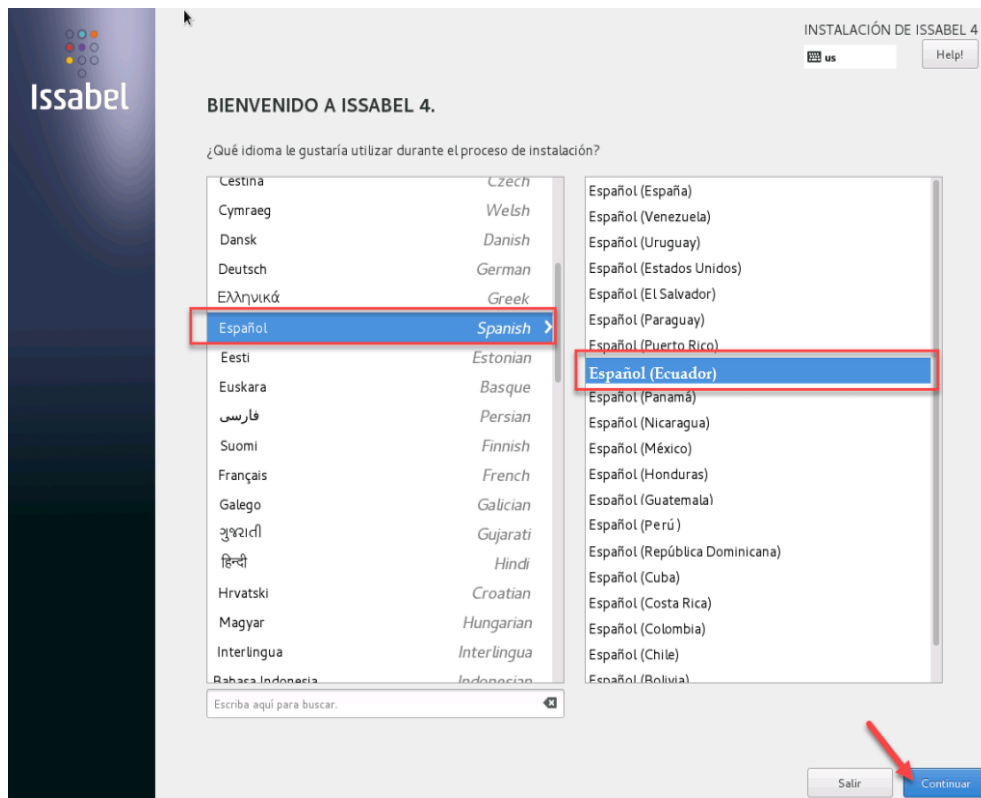


Fig. 21. Selección del idioma de instalación de Issabel pbx.

Fuente propia

Aparece una nueva ventana donde seleccionamos la zona horaria, tipo de software a instalar, tipo de partición como se muestra en la figura.



Fig. 22. Menú de configuración de las diferentes opciones de hardware y software.

Fuente propia

Seleccionamos el acceso a la red para acceder a la red privada de Uniandes.

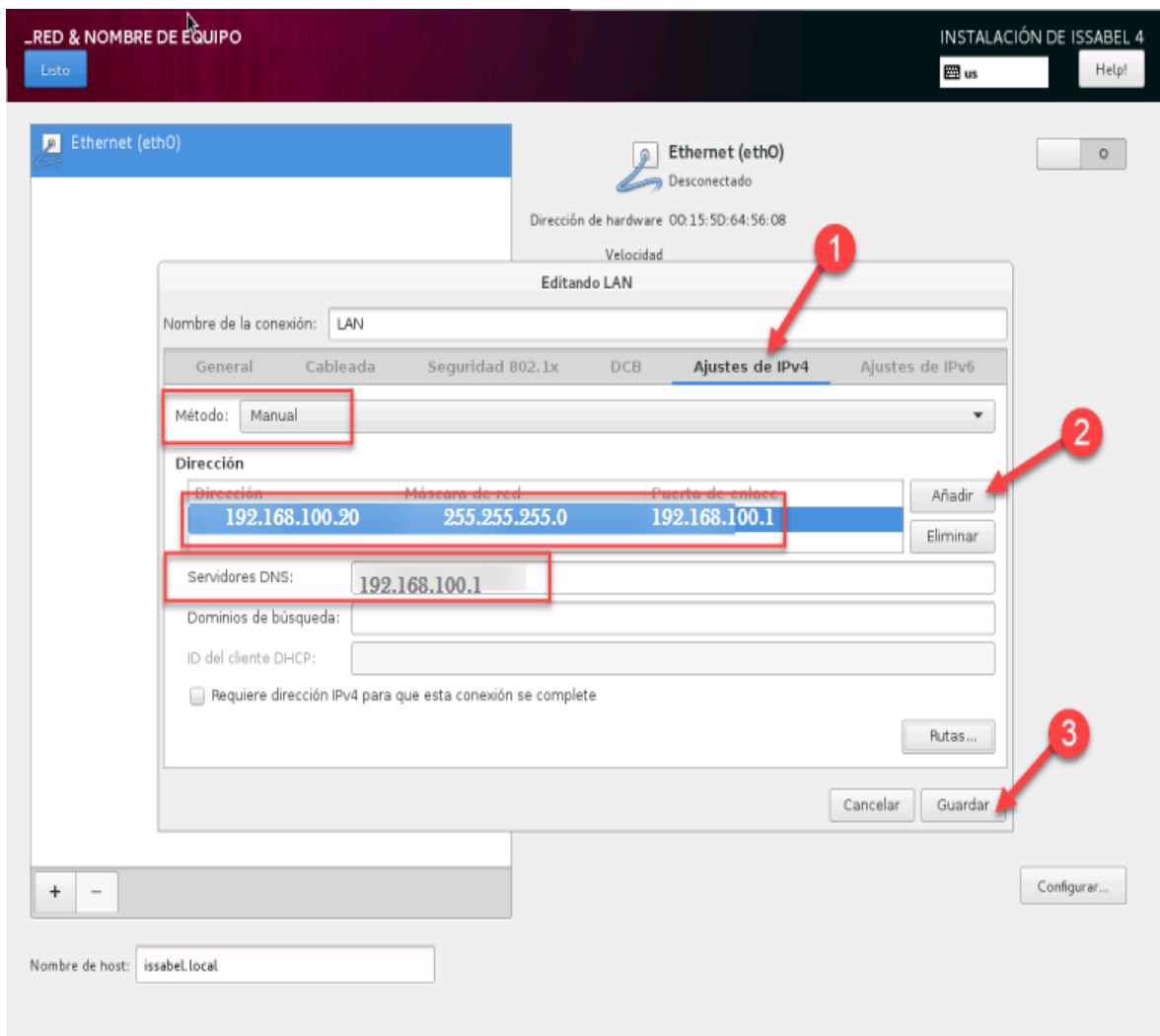


Fig. 23. Configuración de la dirección de red de la tarjeta 1,

fuentes propias

Accedemos a la pantalla donde dice que como primer paso es editar LAN de manera manual, de esta manera podemos añadir una dirección de nuestra central telefónica y formar parte del de la red inalámbrica.

Así como también editamos la red 2 para poder acceder al servidor de notas con otra tarjeta de red adicional.

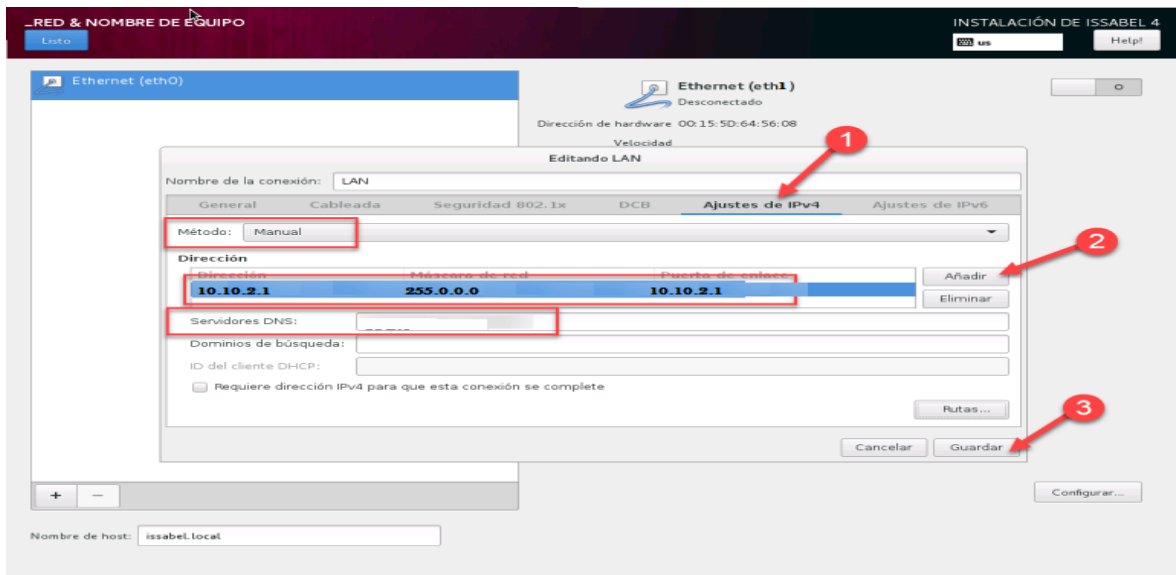


Fig. 24. Configuración de la dirección de red de la tarjeta 2,

fuentes propia

De esta manera se puede interactuar entre la central telefónica Issabel PBX y el servidor de las notas que tiene una base de datos en SQL server.

Realizado la configuración de las tarjetas de red procedemos a realizar el destino de la instalación en el apartado.

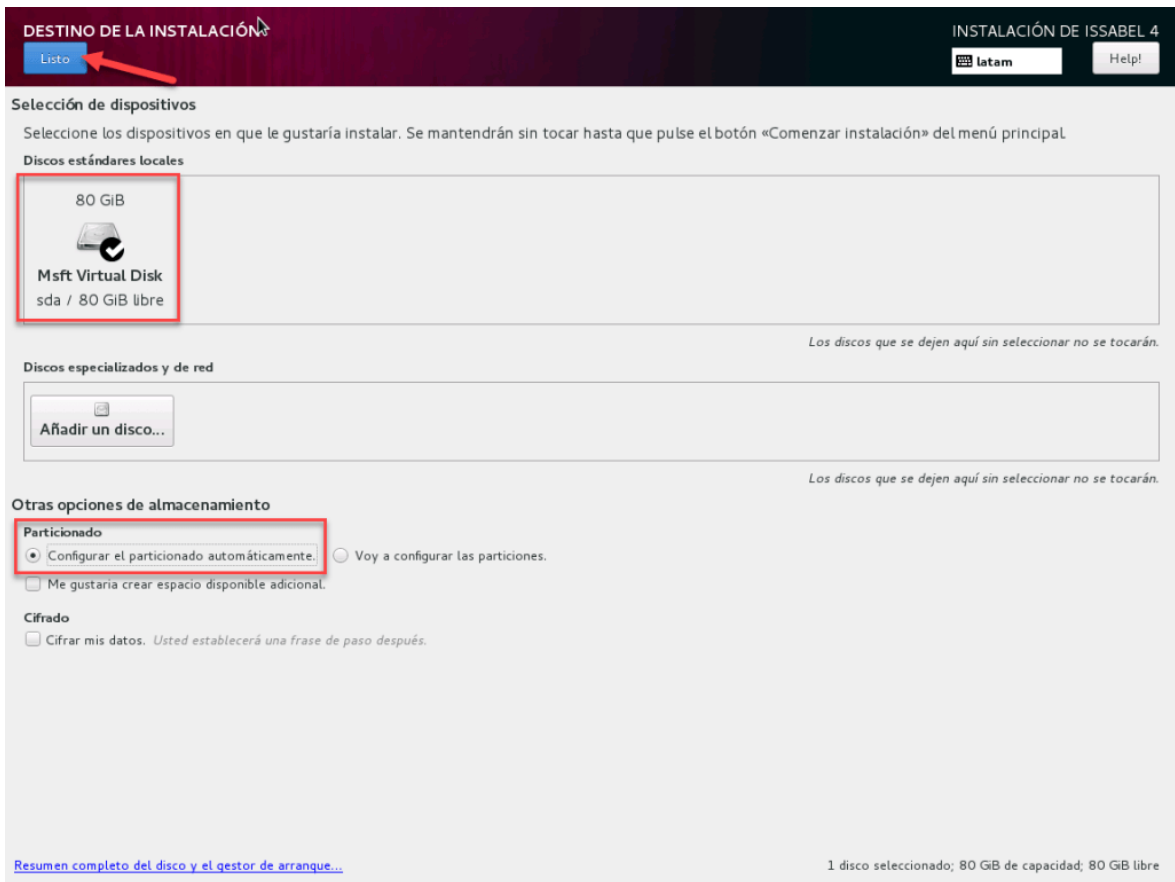


Fig. 25. Ventana de particiones del disco dura para definir el tamaño a ocupar.

Fuente propia

Como tenemos un computador utilizamos todo el disco, seleccionando la configuración automática, de esta manera se crean particiones como la swap, exten3 para el sistema operativo de forma transparente al usuario.

Zona horaria es un apartado que hay que configurar y seleccionamos, en el siguiente grafico se muestra zona en nuestro caso es Sudamérica Ecuador, pero como ya tiene internet se puede ver que automáticamente se define el lugar donde estamos ubicados, también se define la hora de instalación.

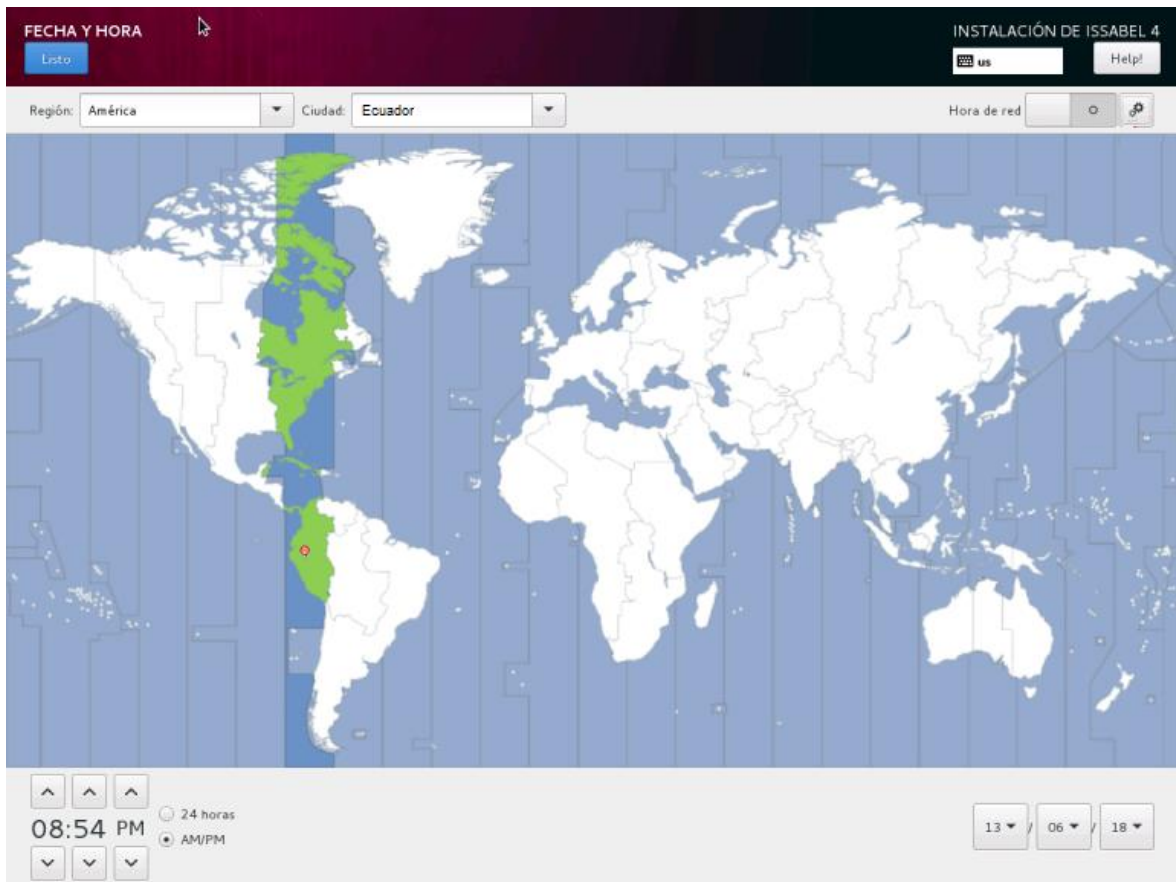


Fig. 26. Zona horaria.

Fuente propia

Terminado la configuración de la fecha y hora podemos ver que automáticamente el disco de instalación reconoce nuestro hardware, discos duros, teclado y demás componentes, una vez terminado con la configuración seleccionamos continuar pues si hay algo pendiente simplemente no nos permite pasar a la siguiente instancia.



Fig. 27. Pantalla que muestra que todo ya está configurado y da paso a la instalación.

Fuente propia

Aquí aparece una ventana donde aún no se definen los usuarios con sus respectivas contraseñas para una mayor seguridad.

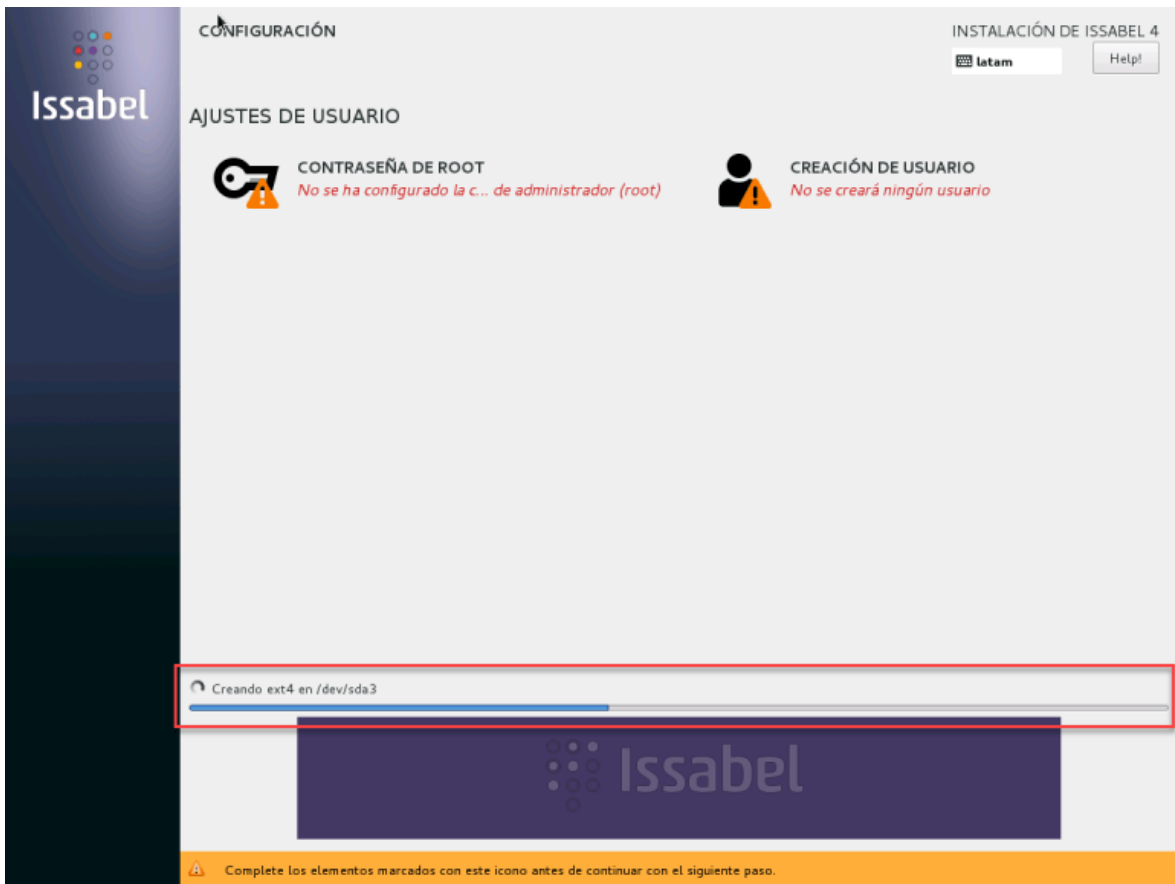


Fig. 28. Instalando.

Fuente propia

Se define usuario administrador (root) y usuario invitado.

Antes de finalizar con la instalación aparece una pantalla para definir un usuario del manejo de Marial DB y para acceder al sitio web de configuración gráfica.



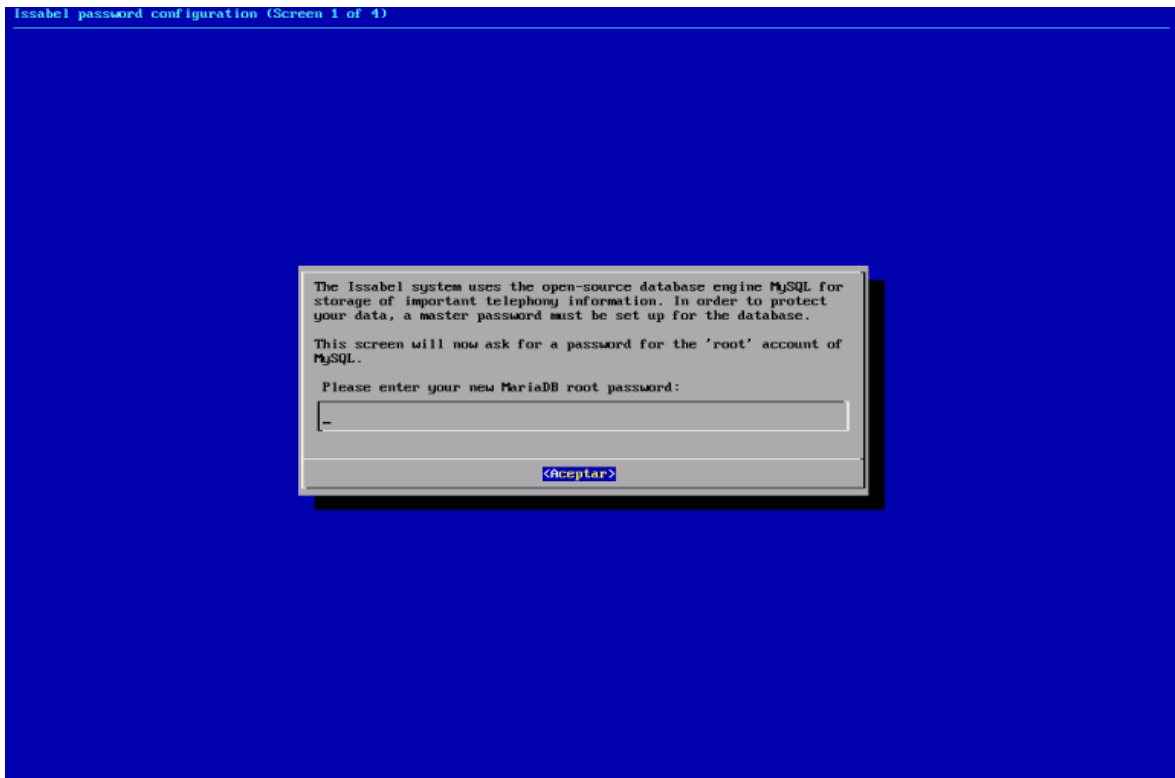


Fig. 29. Solicitud de Password para Mysql de la base de datos Maria DB.

Fuente propia

Y la confirmación del Password

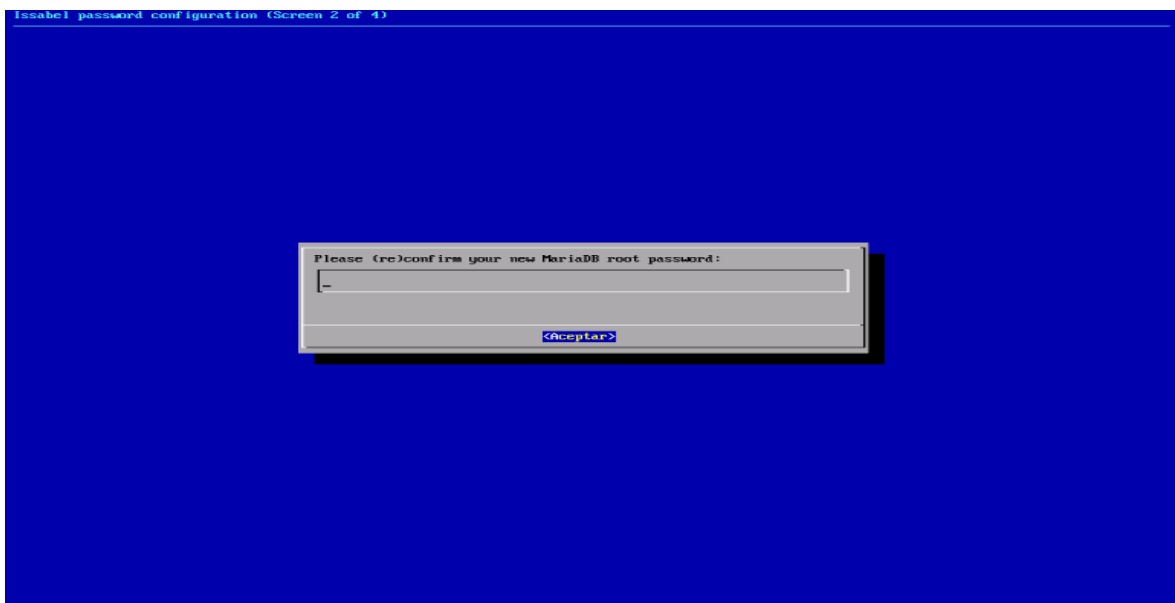


Fig. 30. Confirmación del Password para Mysql de la base de datos María DB.

Fuente propia

Se confirma la clave que ingresamos y esperamos a dar paso la configuración del sitio web

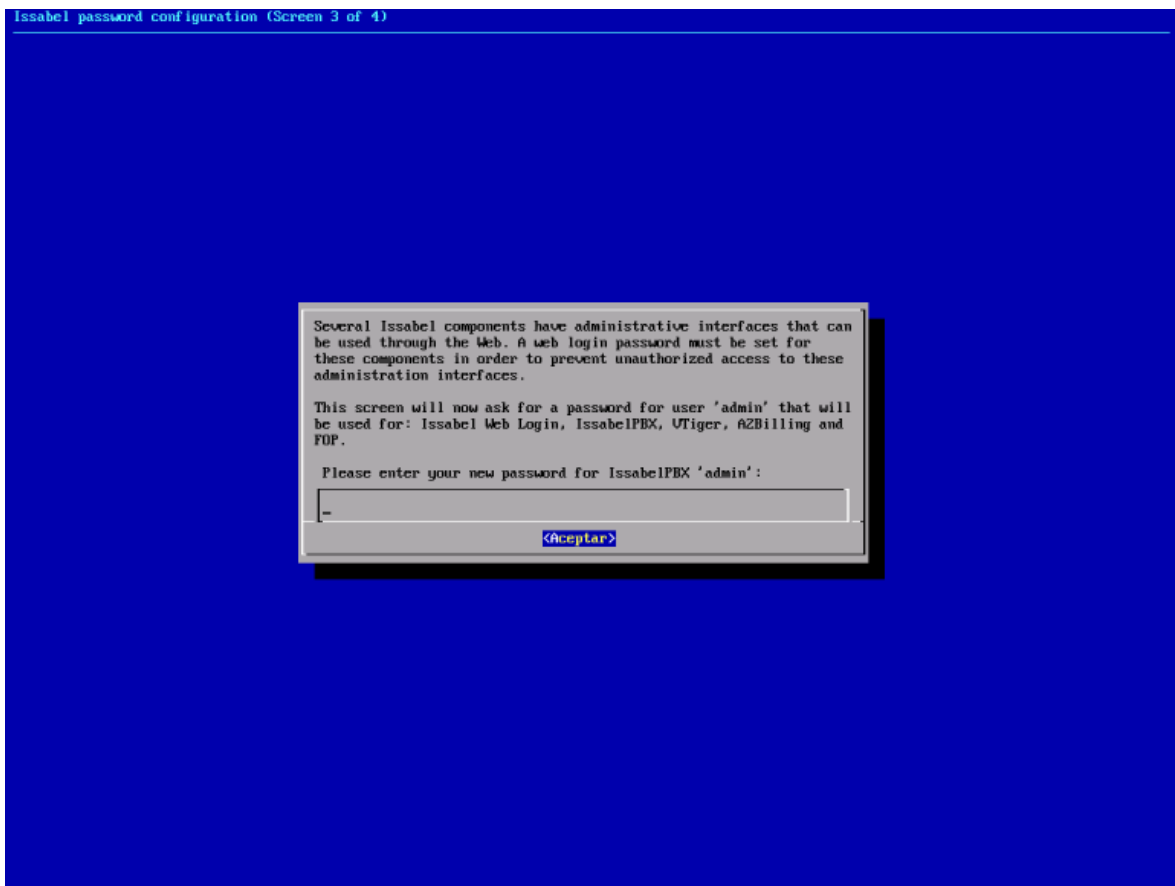


Fig. 31. Solicitud del Pas Word de ingreso del sitio web.

Fuente propia

Confirmación de la clave admin del sitio web

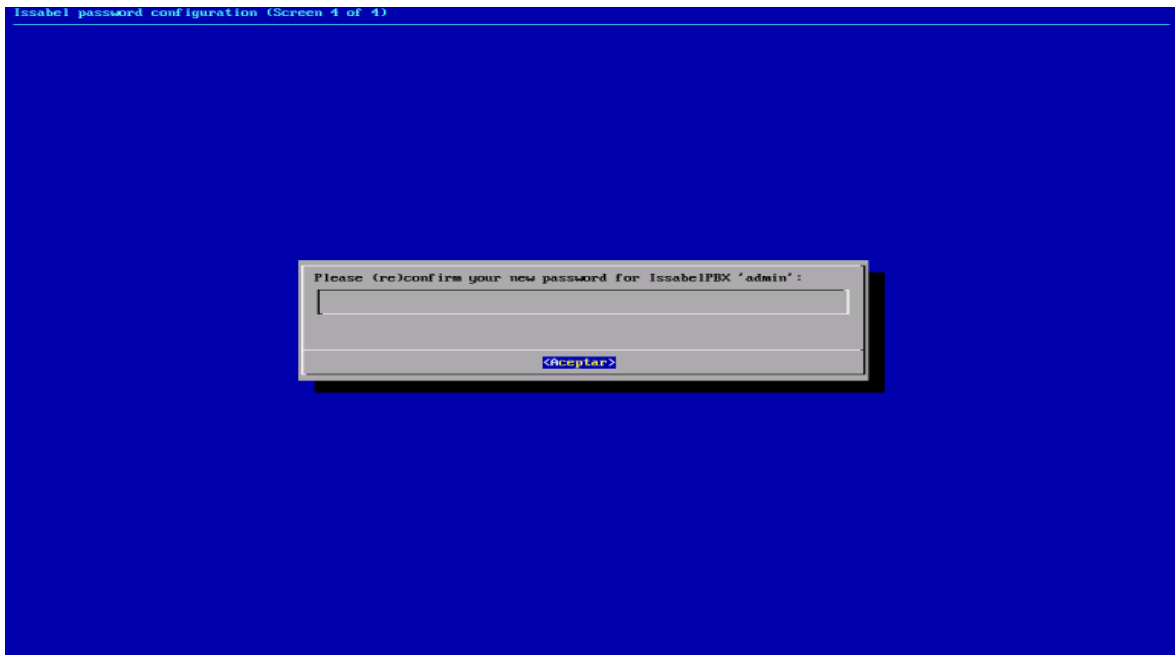


Fig. 32. Confirmación del Pas Word de ingreso del sitio web.

Fuente propia

Una vez completada la instalación se reinicia el servidor Issabel pbx y aparecerá una pantalla en modo consola.

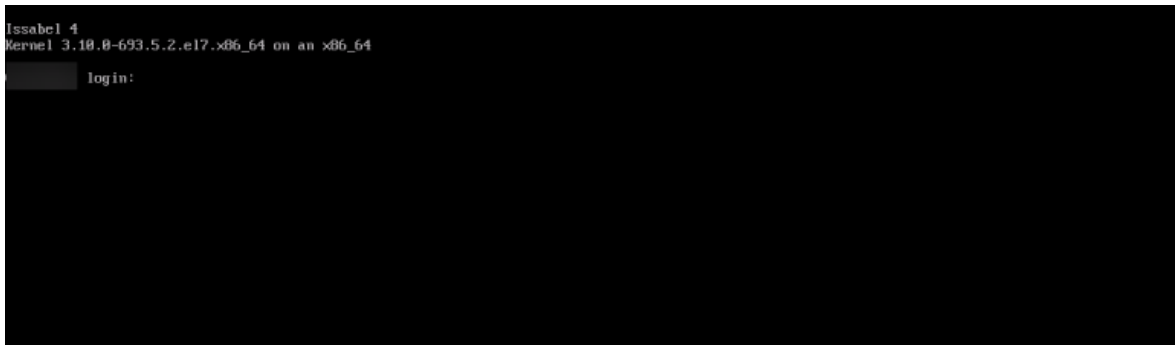


Fig. 33. Inicio modo consola de Issabel PBX.

Fuente propia

Una vez instalado podremos ver que tenemos una amplia gama de utilidades las mismas que para nuestro estudio no es necesario abordarlas todas.

## 2.4. Configuración de Issabel PBX

Para poder acceder a todas las utilidades de Issabel PBX lo recomendable es actualizar el sistema operativo para lo cual introducimos el comando yum install update, de esta manera garantizamos que todos los paquetes necesarios estén actualizados a la última versión.

Además, para poder modificar los archivos se instala el editor nano con el comando `yum install nano`.

Putty es un cliente SSH, telnet estaba destinado para la utilización de Windows, pero hoy en día está disponible para plataformas Unix, esta herramienta es ideal para acceder desde cualquier otro computador y tomar control de cualquier servidor a través del protocolo SSH.

Una de las herramientas necesarias es Festival como sintetizador de texto a voz, se instala con el comando

### 2.4.1 Creación de un cliente SIP

Para poder acceder a la pantalla del sitio web de configuración gráfica es necesario ingresar la dirección IP de Eth0 en cualquier navegador puede ser Mozilla o Chrome.

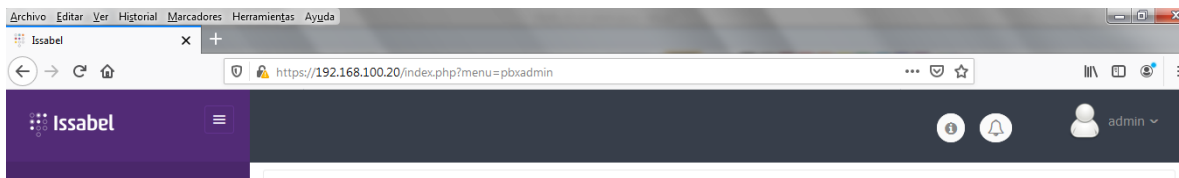


Fig. 34. Dirección de acceso al sitio web de configuración grafica de Issabel PBX.

Fuente Propia

Despliega una pantalla de inicio para poder acceder a las utilidades de Issabel PBX



Fig. 35. Ingreso de las CREDENCIALES.

Fuente propia

En la gráfica se muestra la lista de utilidades a usarse, en algunos casos como el módulo de PBX, Coll center ya vienen preconfigurados.

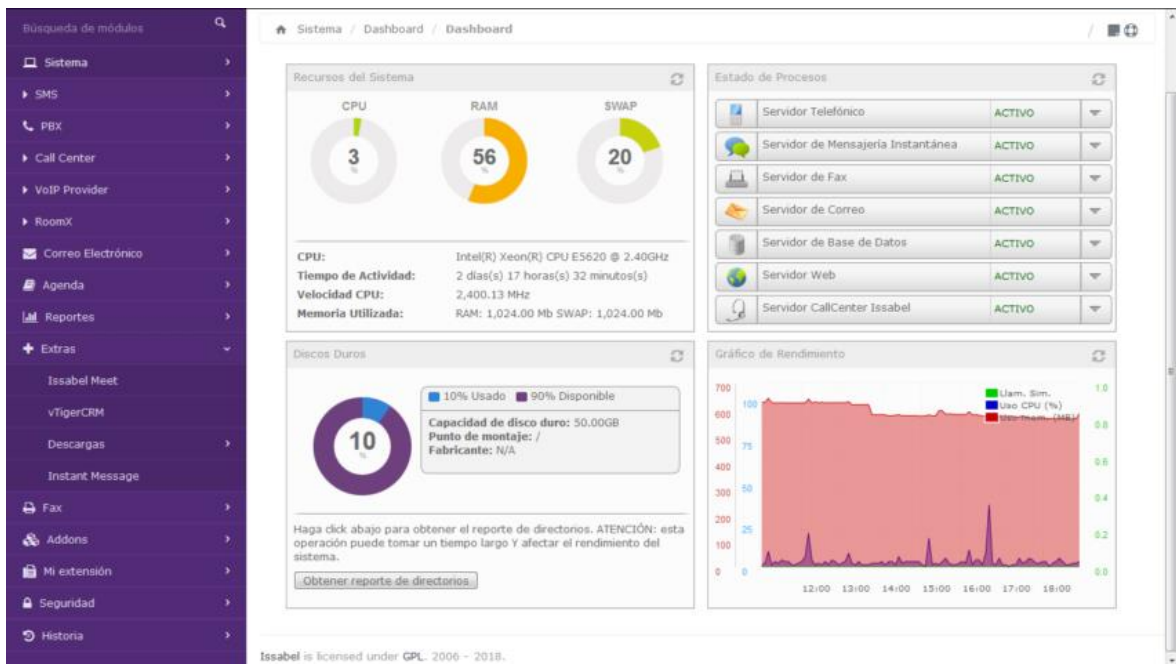


Fig. 36. Menú principal.

Fuente propia

Para crear usuarios SIP, ingresamos al menú principal y se escoge la opción PBX y luego configuración PBX.

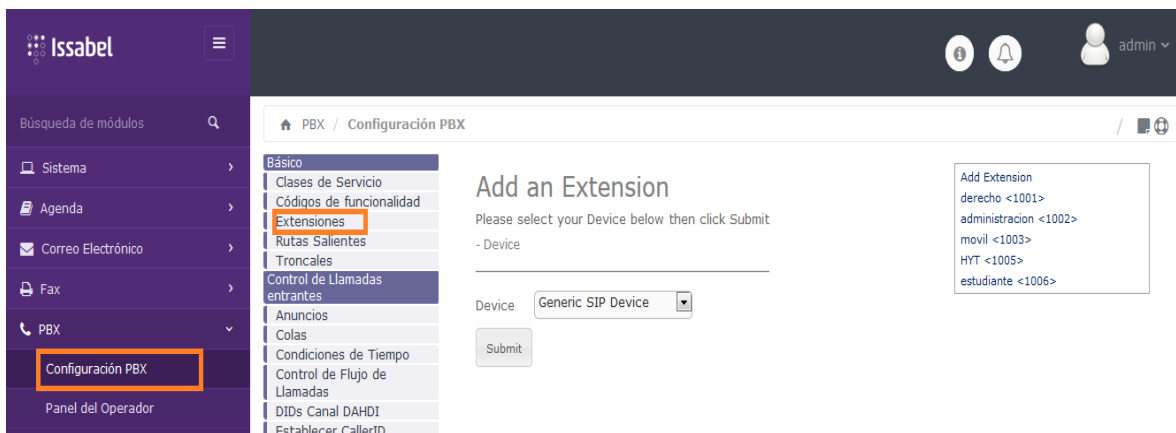


Fig. 37. Creación de los usuarios SIP.

Fuente propia

En extensiones, submit o enviar, se puede crear un usuario de tipo SIP mismo que se define de acuerdo a la carrera a la que pertenezca guion y las primeras letras de su nombre y apellido.

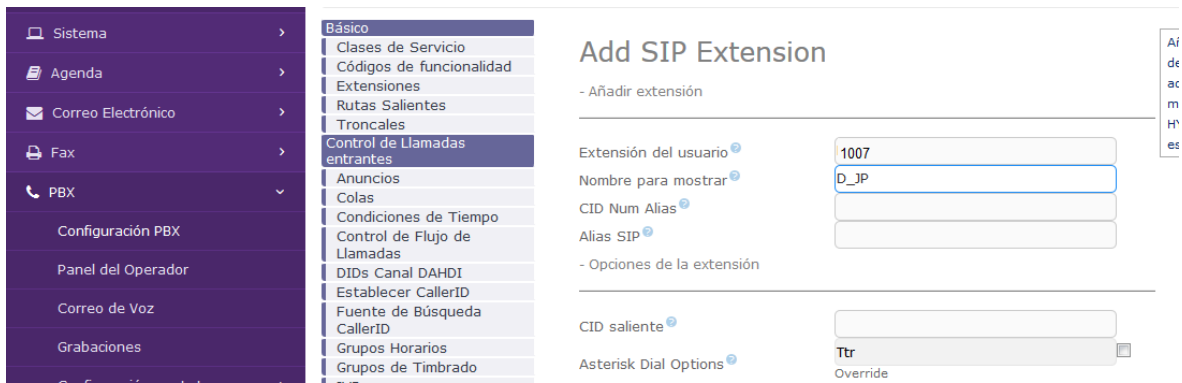


Fig. 1. Creación de un cliente SIP. Fuente propia

De esta manera se crea un usuario SIP, para poder ver con el emulador zoiper se necesita una contraseña que Issabel por defecto ofrece muy extensa pero que se puede modificar de acuerdo con nuestras necesidades.

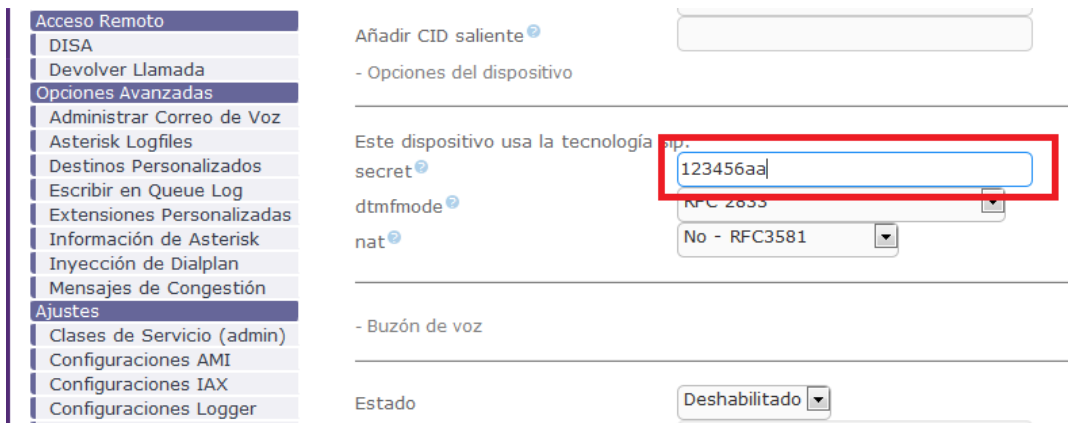


Fig. 38. Contraseña del cliente SIP.

Fuente propia

Una vez ingresado la contraseña que se desee, hay que enviar, de esta forma se ha creado un usuario SIP.

Festival es una de los complementos necesarios para la construcción del IVR, así como también las librerías de FreeTDS para el manejo de la comunicación con nuestro servidor SQL.

## 2.5 Instalación de festival

Festival es un sistema general de síntesis de voz multilingüe desarrollado en CSTR (Centro de Investigación de Tecnología del Habla). Ofrece un marco general para construir sistemas de síntesis de voz, así como también incluye ejemplos de varios módulos. (ArchWiki, 2019)

Para poder configurar la IVR es necesario tener activado Festival en el menú principal se toma la pestaña PBX, luego de toma la pestaña Herramientas y seleccionamos festival como esta deshabilitada hay que habilitarla como se muestra a continuación.

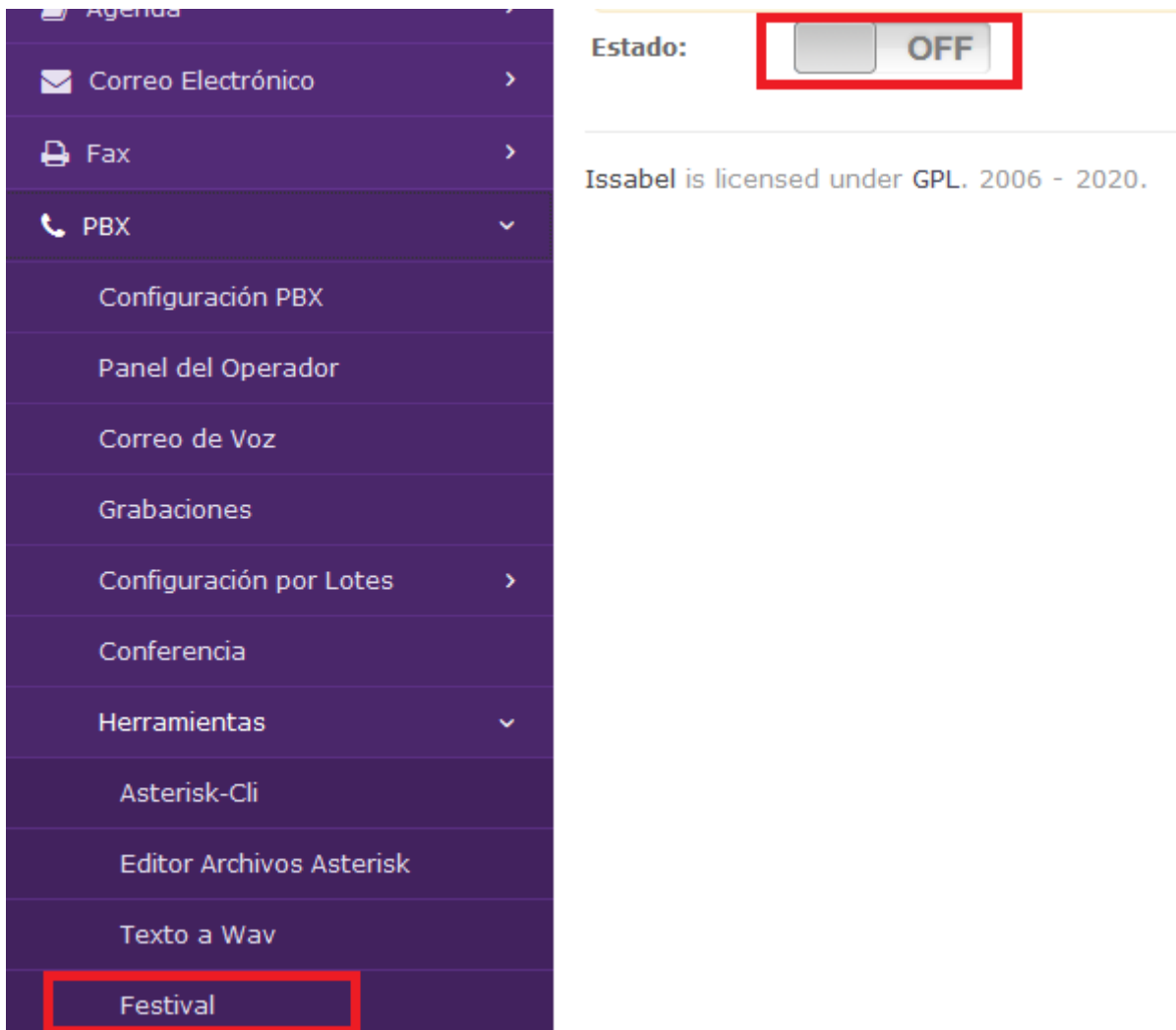


Fig. 39. Habilitar festival.

Fuente propia

Pero como Festival viene por defecto en inglés, es necesario instalar las dependencias con el comando.

```
yum install hispavoces-sfl-diphone ,
```

De esta manera se instalan las voces en español, para poder editar utilizaremos un editor de texto llamado nano, se instala con el comando `Yum install nano` este editor es más intuitivo a la hora de manipular textos.

Luego, modificar este archivo: `nano /usr/share/festival/lib/voices.scm`  
`/usr/share/festival/lib/voices/es/.....`

En el, buscar:

```
(defvar default-voice-priority-list
'(nitech_us_sl_t_arctic_hts
  nitech_us_awb_arctic_hts
  .....
)
```

Para que quede así:

```
(defvar default-voice-priority-list
'(JuntaDeAndalucia_es_sf_diphone
  nitech_us_sl_t_arctic_hts
  nitech_us_awb_arctic_hts
  .....
)
```

Recargamos asterisk y festival con el comando asterisk `-rx reload`, si todo está bien configurado no aparecen ningún error.

Con el comando `service festival restart` se reinicia el servicio de Festival.

Pero es posible que la velocidad de la voz de festival este muy rápida para poder cambiar se ingresa en el apartado de,

`cd /usr/share/festival/lib/voices/es/JuntaDeAndalucia_es_sf_diphone/festvox`, se modifica el archivo `JuntaDeAndalucia_es_sf_duration.scm`. Se busca la palabra `Parameter.set 'Duration_Stretch 0.9` y se cambia por `1.1` para que la reproducción se entienda mejor (<https://gomosoti.blogspot.com/>, 2018).

## 2.6 Text2wave

Si adicionalmente queremos que el comando `text2wave` por omisión utilice nuestras voces, tendremos que también modificar el archivo `/usr/bin/text2wave` y en la línea 46 añadir una que diga:

```
(voice_JuntaDeAndalucia_es_pa_diphone)
```

Esto es útil debido a que algunos scripts AGI utilizan el comando `text2wave` para sintetizar voz.



Creamos o editamos si ya existe el archivo `phpagi.conf` en el directorio de archivos de configuración de Asterisk.

```
vim /etc/asterisk/phpagi.conf
```

Y en ese archivo introducimos lo siguiente

```
[festival]
```

```
text2wave=/usr/bin/text2wave
```

```
tempdir=/var/lib/asterisk/sounds/tmp/
```

De esta manera se soluciona el direccionamiento y se puede utilizar la función `text2wave` en la transformación de texto a voz. (HGEORGE123, 2012)

## 2.7 Instalación de FreeTDS

Para poder entablar la comunicación entre la central telefónica Issabel PBX y el Servidor Server así como también la base de datos SQL server necesito de FreeTDS, UnixODBC y PHP-mssql con estos componentes puedo utilizar lenguaje de programación en el script `consulta.php` donde está programada la IVR.

Comandos

```
# Instalación de FreeTDS y dependencias:
```

```
yum install freetds freetds-devel -y
```

```
# Instalación del módulo de PHP:
```

```
yum --enablerepo=remi install php-mssql -y
```

```
# Habilitar los siguientes booleanos:
```

```
setsebool -P httpd_can_network_connect 1
```

```
setsebool -P httpd_can_network_connect_db 1
```

```
# Reiniciar Apache: # Reiniciar Apache:
```

```
service httpd restart
```

### 2.7.1 Configuración

Se fija la atención en los archivos `odbc`, con el comando `odbcinst -j` muestra la ruta donde se encuentran los archivos `/etc/odbcinst.ini` y `/etc/odbc.ini`.

Se modifica quedando de esta manera.

```
[MySQL-asteriskcdrdb]
Description=MySQL connection to 'asteriskcdrdb' database
driver=MySQL
server=localhost
database=asteriskcdrdb
Port=3306
Socket=/var/lib/mysql/mysql.sock
option=3
Charset=utf8
```

```
[asterisk-connector]
Description = MS SQL connection to 'asterisk' database
Driver      = FreeTDS
Database    = GSM
Server      = 192.168.100.21
UserName    = sa
Password    = 123
Trace      = No
TDS_Version = 7.2
```

Luego se modifica el archivo freeTDS.conf que se encuentra en la ruta  
/etc/freetds.conf

Se agrega la dirección del servidor de Windows

```
# A typical Microsoft server
[egServer70]
    host = 192.168.100.21
    port = 1433
    tds version = 7.2
```

Se modifica el archivo ODBC.ini y quedaría de esta manera

```
[MySQL-asteriskcdrdb]
Description=MySQL connection to 'asteriskcdrdb' database
driver=MySQL
server=localhost
database=asteriskcdrdb
```

```
Port=3306
Socket=/var/lib/mysql/mysql.sock
option=3
Charset=utf8
[asterisk-connector]
Description = MS SQL connection to 'asterisk' database
Driver      = FreeTDS
Database    = GSM
Server      = 192.168.100.21
UserName    = sa
Password    = 123
Trace       = No
TDS_Version = 7.2
```

Se agrega lo que está marcado en el archivo odbcinst.ini quedando de esta manera

```
# Example driver definitions
# Driver from the postgresql-odbc package
# Setup from the unixODBC package
[PostgreSQL]
Description = ODBC for PostgreSQL
Driver      = /usr/lib/psqlodbcw.so
Setup       = /usr/lib/libodbcpsqlS.so
Driver64    = /usr/lib64/psqlodbcw.so
Setup64     = /usr/lib64/libodbcpsqlS.so
FileUsage   = 1
# Driver from the mysql-connector-odbc package
# Setup from the unixODBC package
[MySQL]
Description = ODBC for MySQL
Driver      = /usr/lib/libmyodbc5.so
Setup       = /usr/lib/libodbcmyS.so
Driver64    = /usr/lib64/libmyodbc5.so
Setup64     = /usr/lib64/libodbcmyS.so
FileUsage   = 1
```

## [FreeTDS]

Description = TDS driver (sybase/MS SQL)

Driver = /usr/lib64/libtdsodbc.so.0

Setup = /usr/lib64/libtdsS.so.2

CPOutput =

CPReuse =

FileUsage = 1

Pruebas de conexión a la base de datos con el comando  
osql -H 192.168.100.21 -p 1433 -u sa -P 123, solicita autenticación o contraseña de la base de datos SQL

```
[root@issabel ~]# tsql -H 192.168.100.21 -p 1433 -U sa
Password:
locale is "es_EC.UTF-8"
locale charset is "UTF-8"
using default charset "UTF-8"
1> select DB_NAME()
2> GO
```

Fig. 40. consulta modo consola a SQL Server.

Fuente propia

Como ya se tiene acceso a SQL Server podemos ver a que base de datos estamos conectados con el comando `select DB_NAME() GO`, por lo general es la MASTER, con el comando `select name from sys.databases go`. Nos enlista las bases de datos que tenemos creadas.

```
1> select name from sys.databases
2> go
name
master
tempdb
model
msdb
SIGAFI
prueba
ivr_t
GSM
(8 rows affected)
1>
```

Fig. 41 . Consulta para revisar cuantas bases de datos tenemos.

Fuente propia

Como se puede ver ya se tiene conexión con SQL Server ya podemos hacer las consultas a las notas que es lo que interesa, así como también las vistas y procedimientos almacenados.

En la siguiente pantalla muestra el diagrama de la vista para poder sacar las calificaciones de las asignaturas del estudiante. Es por esto que para hacer la consulta se necesita las tres tablas registro del estudiante, las asignaturas y las parciales.

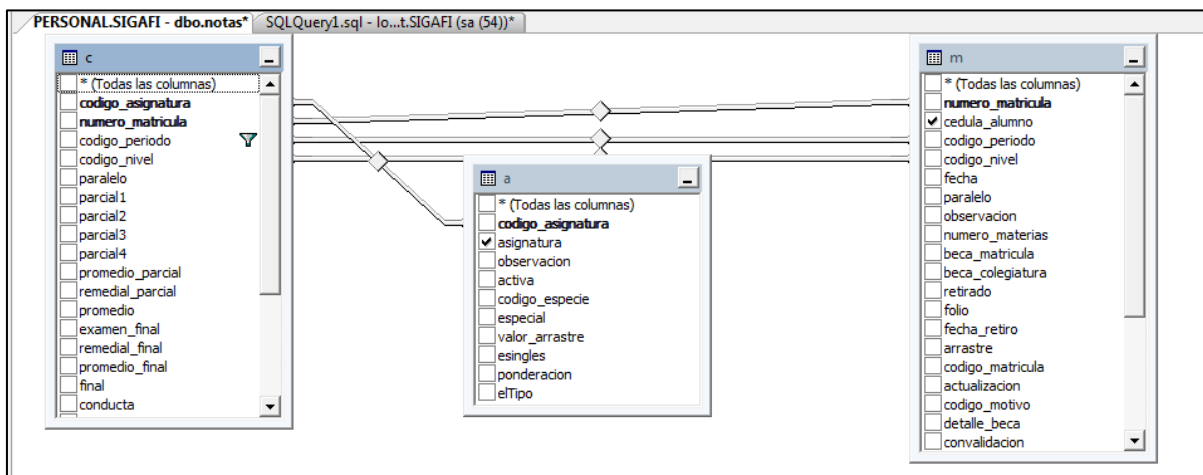


Fig. 42. vista de datos requeridos para realizar la consulta.

Fuente Propia

El código para generar la vista llamada notas se define así:

```

SELECT          m.cedula_alumno AS cedula, a.asignatura AS materia,
ISNULL(CONVERT(nvarchar, c.parcial1), '') AS nota1, ISNULL(CONVERT(nvarchar,
c.parcial2), '') AS nota2,
                ISNULL(CONVERT(nvarchar, c.parcial3), '') AS nota3,
ISNULL(CONVERT(nvarchar, c.parcial4), '') AS nota4, ISNULL(CONVERT(nvarchar,
c.examen_final), '')
                AS examenfinal
FROM            dbo.Calificaciones AS c INNER JOIN
                dbo.Matriculas AS m ON c.numero_matricula = m.numero_matricula AND
c.codigo_periodo = m.codigo_periodo AND c.codigo_nivel = m.codigo_nivel INNER JOIN
                dbo.Asignaturas AS a ON c.codigo_asignatura = a.codigo_asignatura
WHERE           (c.codigo_periodo = 'ABR2008')

```

Con esta vista podemos ver las calificaciones de las asignaturas que toma el estudiante entonces ya se puede crear la IVR con el fin de responder a la consulta de las notas que es el objetivo de este trabajo.

Se crea una estancia en el archivo extencions\_custom.conf

Include=>consulta

[consulta]

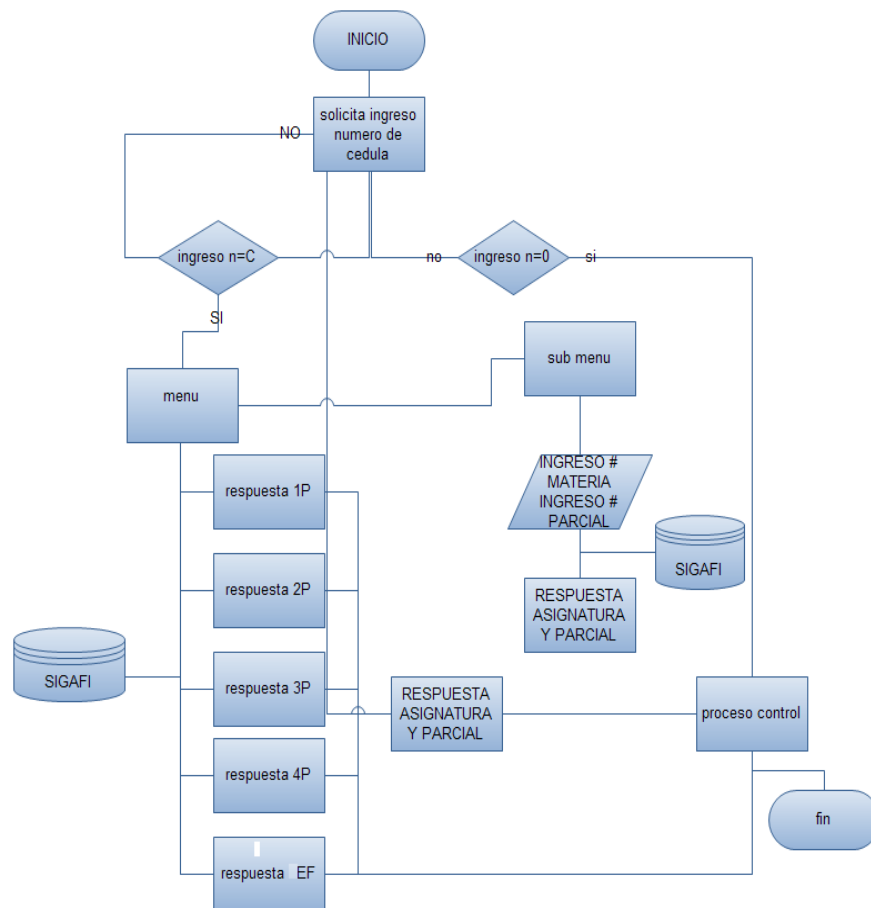
Exten=>9999,1,Agi(consulta.php) ; llamada al archivo que realiza el manejo de la IVR

Exten=>n,Hangup()

Se guardan los cambios y se reinicia asterisk desde consola o desde la pagina web.

En este momento se puede hacer la llamada al archivo consulta.php, este archivo esta la programación de la IVR.

En el diagrama se muestra como recorre el usuario en los diferentes menús



## 2.8 Creación de usuarios SIP

En la pantalla web de Issabel PBX podemos crear los usuarios, en el menú PBX -> configuración PBX se escoge Extensiones y despliega la pantalla en donde podemos crear los usuarios SIP uno por cada carrera, entonces quedaría así:

El número de identificación será de cuatro dígitos y de acuerdo con su carrera:

TABLA 2.1  
USUARIOS SIP POR CARRERA

CARRERA	Nro. R	NOMBRE QUE SE MUESTRA	CLAVE
DERCHO	1001	D-P-est1001	123456aa
CONTABILIDAD	2001	C-P-est2001	123456aa
ADMINISTRACION	3001	A-P-est3001	123456aa
HOTELERIA Y TURISMO	4001	H-P-est4001	123456aa
SISTEMAS	5001	S-P-est5001	123456aa

En la pantalla quedaría de la siguiente manera:

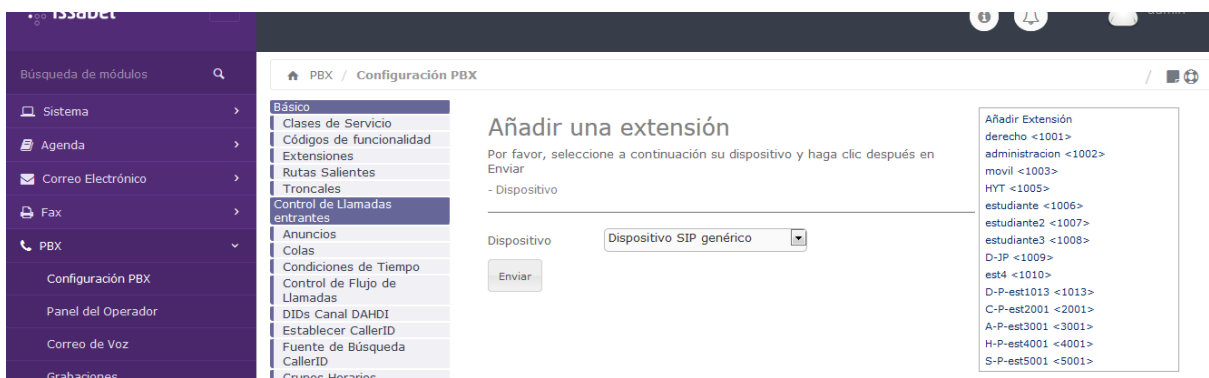


Fig. 43. Creación de Usuarios SIP.

Fuente Propia

Creado los usuarios podemos llamar a cada uno de los mismos registrados en la central telefónica.

Comprobación de llamadas.

## 2.9 Configuración de Zoiper

Zoiper es un programa multiplataforma, es capaz de trabajar con programas basados en potocos SIP, fácil de configurar en teléfonos con sistema operativo Android, tiene versiones comerciales y no comerciales con la que se trabajará.

En teléfonos inteligentes podemos descargar de la tienda la versión no comercial instalarla, una vez instalada, configuramos la cuenta en la pestaña Settings.

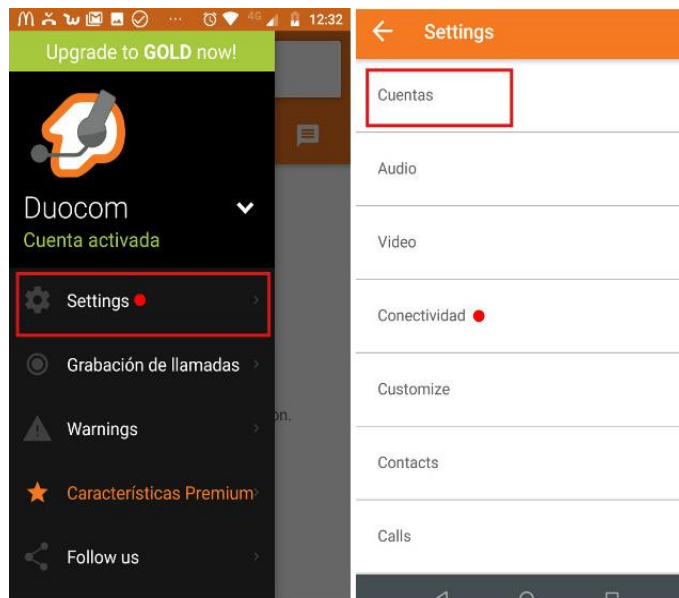


Fig. 44. Configuración de Zíper en el Celular.

Fuente Propia

En la pestaña cuenta despliega una pantalla donde se ingresa el nombre de usuario, la IP del servidor, nombre de usuario y la contraseña para entablar la comunicación entre el cliente y la central telefónica.





Fig. 45. ingreso de la dirección de la central telefónica.

*Fuente Propia*

Este es uno de los usuarios que ya está registrado, pero también para hacer las respectivas pruebas se instala otro cliente softphone llamado MicroSIP con similares características.

## 2.10 Configuración de MicroSIP.

Al igual que zoiper permite hacer llamadas de voz sobre IP similar a zoiper.

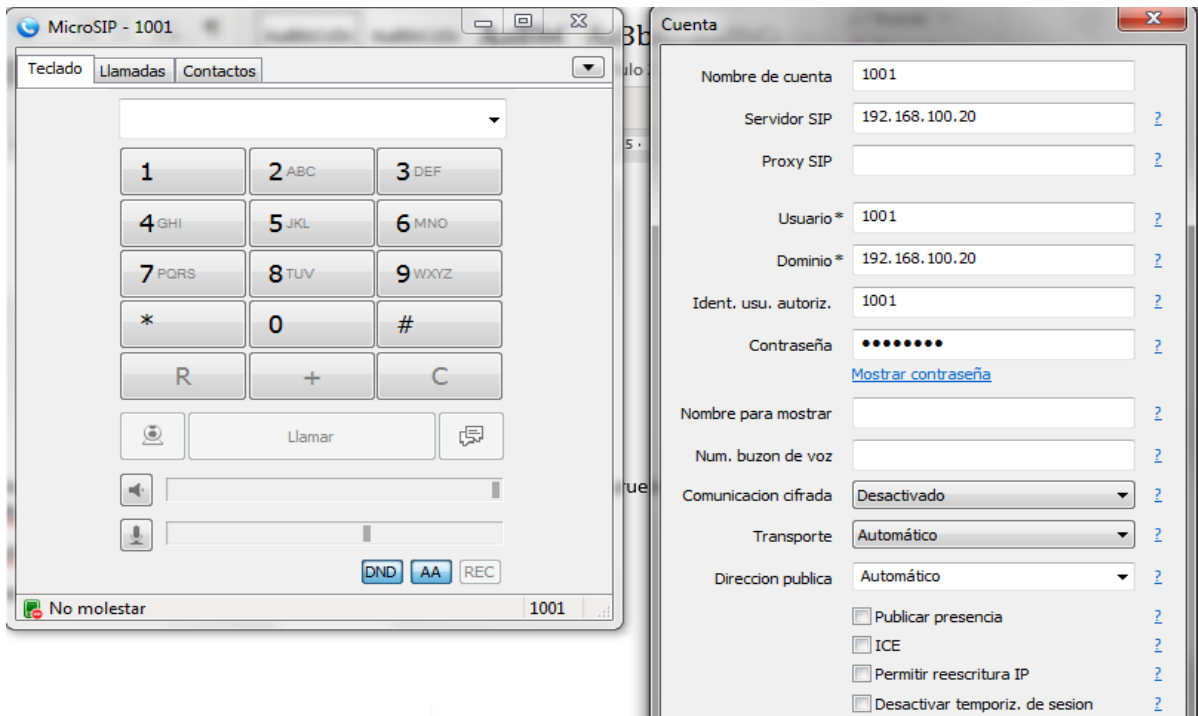


Fig. 46. Ingreso de los datos de la central telefónica en MicroSIP.

Fuente Propia

Ya podemos ver en la consola de Asterisk los dos clientes con el comando Asterisk - rvvvvvvv

Se egresa a La consola de de issabel\*CLI> con el comando sip show peers muestra los teléfonos que están conectados a al central su ip y su estado.

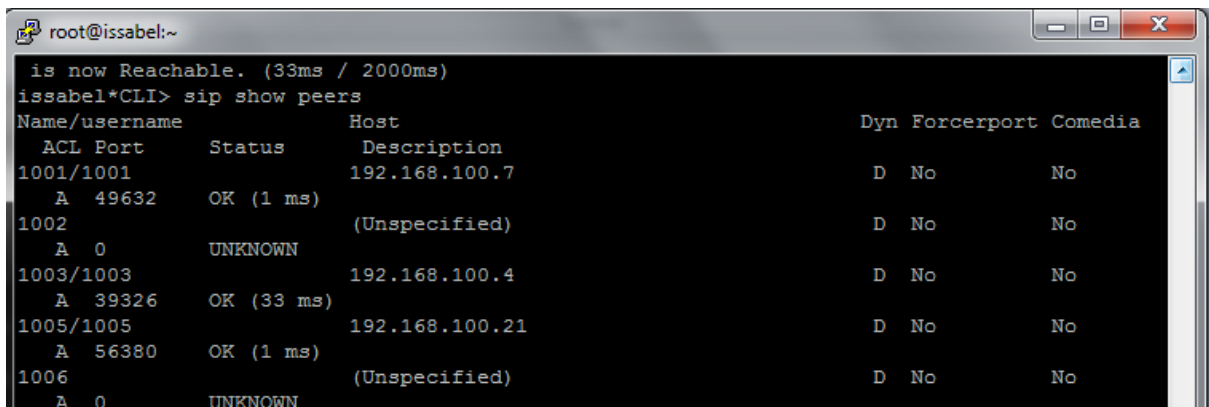


Fig. 47. Verificación de las extensiones SIP creados.

Fuente Propia

Así como también en el panel del operador podemos ver los usuarios activos.

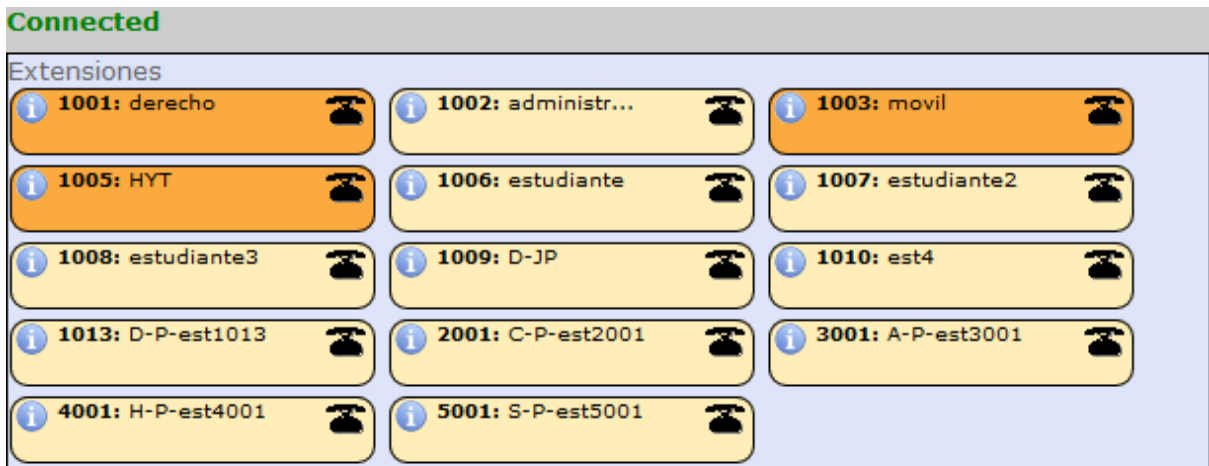


Fig. 48. panel del operador donde se visualiza los usuarios activos.

Fuente Propia

En las pruebas de comunicación entre 1001derecho con el movil, 1002 movil se puede hacer la llamada y verificar su funcionamiento.

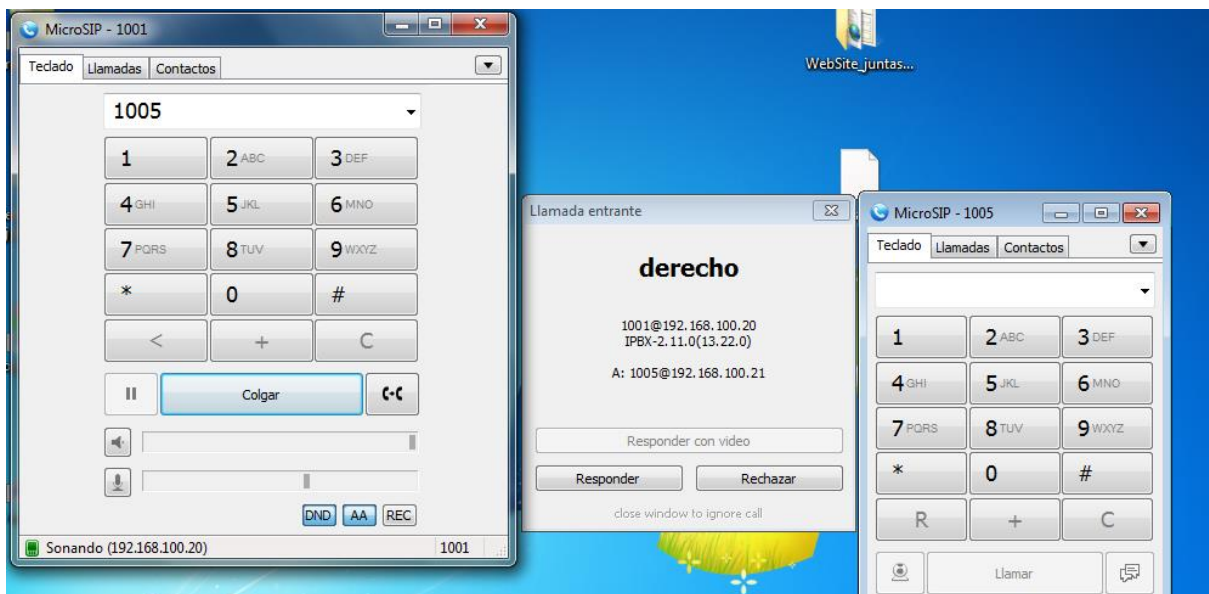


Fig. 49. llamada entre usuarios SIP. Fuente Propia

## 2.11 Configuración de videollamadas

Para poder utilizar la video llamada en Issabel PBX, ingresamos a la página web de Issabel PBX seleccionamos seguridad-> configuraciones avanzadas se habilita acceso director no embebido a IssabelPBX como se muestra en la figura.



Fig. 50. Habilitar Accesos.

Fuente propia

Para realizar un video llamada se debe configurar los codes de video de la central telefónica en el menú principal de la aplicación web entramos en la pestaña PBX -> configuración PBX en el menú de la página se toma la pestaña que se encuentra al final del submenú

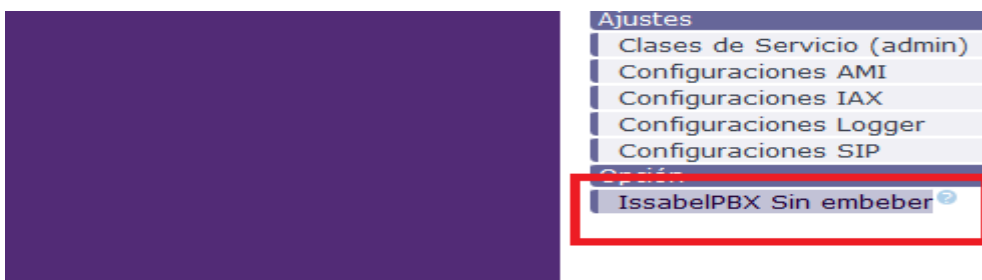


Fig. 51. Configuración de los codes de Video.

Fuente Propia

Aparece una pantalla en donde indica el estado del sistema de Issabel PBX, aquí se hace referencia a la pestaña settings->Asterisk SIP setting

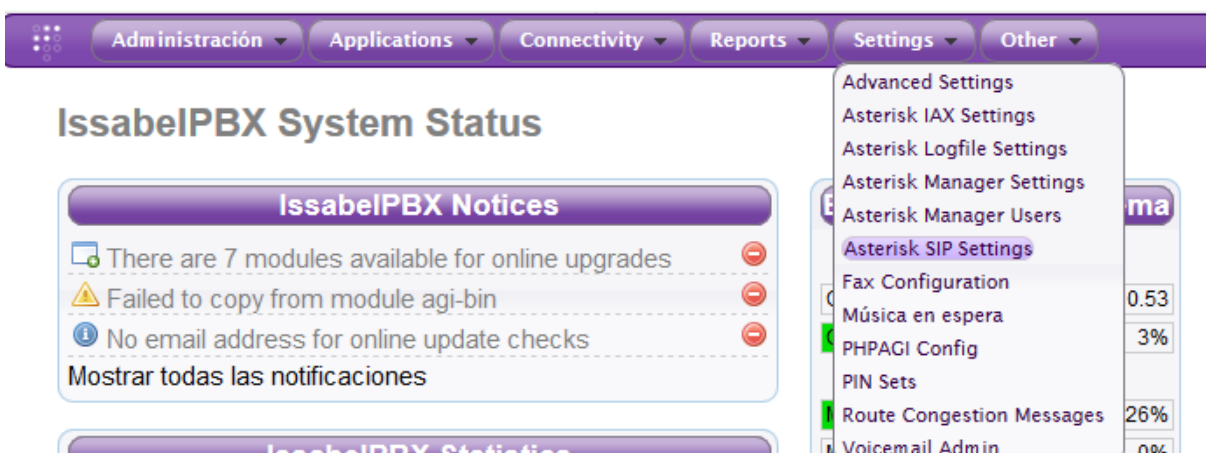


Fig. 52. pantalla de selección para acceder a los códec de video.

fuelle propia

Aparece una pantalla donde despliega las características de los codes de sonido y video, se activan todas las viñetas de la lista y se envían los cambios.



Fig. 53. Selección de Codecs de video que hay que habilitar.

Fuente propia

Entonces estamos en la capacidad de hacer video llamada entre extensiones como se muestra a continuación.

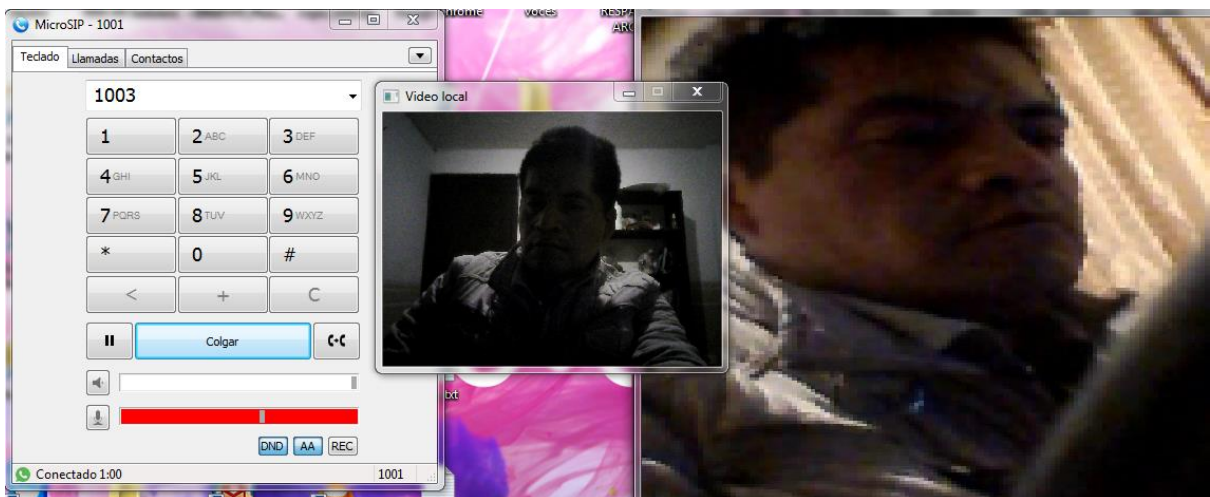


Fig. 54. Video llamada entre los dos Sofphon`s.

fuelle propia

# Capitulo III

## 3. Validación e interpretación de resultados

### 3.1 Aceptación y Pruebas del Sistema

En esta parte se presenta la validación de la propuesta que es la implementación de voz sobre IP en la Universidad Uniandes Extensión Ibarra, con el módulo de consulta de nota a través de un teléfono inteligente.

#### 3.1.1 Encuesta.

Para verificar el grado de satisfacción se realizó 8 preguntas en las que se puso a consideración la valoración de 1 = nada satisfactorio, medianamente satisfactorio =2 parcialmente satisfactorio =3 ni satisfecho ni insatisfecho=4, parcialmente insatisfecho =5 medianamente insatisfecho =6 y nada satisfecho 7.

Se encuestó a 41 estudiantes como se indica en la figura.

#### Encuesta de satisfacción del uso del software

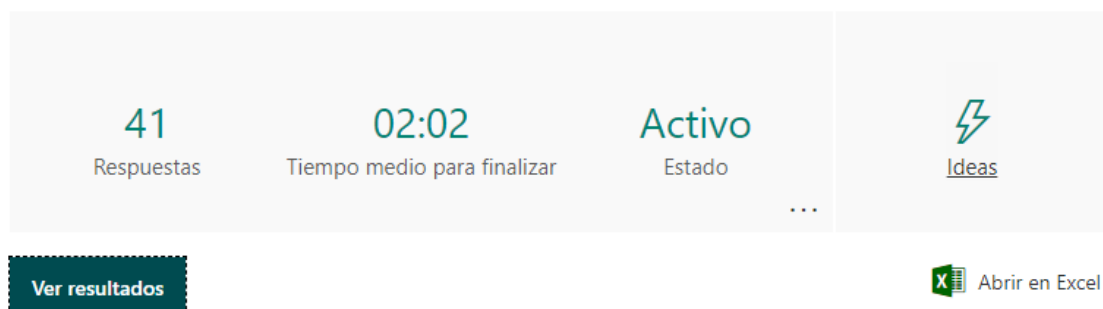


Fig. 55. plantilla de la encuesta realizada con la herramienta de Microsoft Fromm

En la siguiente tabla se muestra la información de la encuesta realizada a los estudiantes de Uniandes extensión Ibarra,

TABLA 3.1  
ENCUESTA REALIZADA

p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8
5	6	5	7	6	4	3	4
5	6	4	4	7	6	5	6

6	6	5	7	4	6	4	4
6	6	7	6	1	3	6	5
7	7	7	7	4	4	7	4
7	7	7	7	1	1	2	1
5	6	7	6	6	6	6	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	7	7	2	1	4	1
5	7	7	7	7	2	1	1
7	7	7	7	7	7	7	7
6	6	6	5	6	6	6	6
6	6	7	6	7	2	2	1
5	5	5	5	5	5	5	5
7	7	7	7	7	7	7	7
4	6	6	7	4	5	7	4
6	7	7	6	7	3	1	1
5	7	7	7	7	7	7	7
3	3	3	3	3	3	3	3
3	5	5	6	6	6	2	4
6	7	7	7	7	6	6	7
6	6	6	6	5	6	6	5
7	7	7	7	7	7	3	3
7	7	7	7	7	6	5	6
6	7	7	7	7	7	7	7
5	6	7	5	6	6	6	4
5	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	3	7	6	1
7	7	7	7	1	1	1	4
6	6	7	7	6	6	7	7
7	7	7	7	7	4	7	4
5	6	6	7	6	6	3	2
6	7	7	7	6	5	6	6
5	5	5	4	4	4	4	4
7	7	4	7	4	4	4	4
4	5	5	4	5	5	4	7
6	7	6	6	3	4	5	4

6	5	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	6	6	6
5	7	7	7	7	4	5	4
5	4	4	4	4	4	1	1

Fuente: propia

Después de la encuesta se presentan los datos en cuanto a grado de satisfacción

### 1. ¿Considera Ud. que el programa es amigable y fácil de usar?

El 27% de los encuestados están totalmente de acuerdo que la aplicación es amigable, el 32% esta medianamente desacuerdo, el 31% están parcialmente de acuerdo, el 5% de los encuestados no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, así como también el 5% están parcialmente en desacuerdo, el 0% medianamente en desacuerdo y total en desacuerdo. Tal como se refleja en el gráfico.

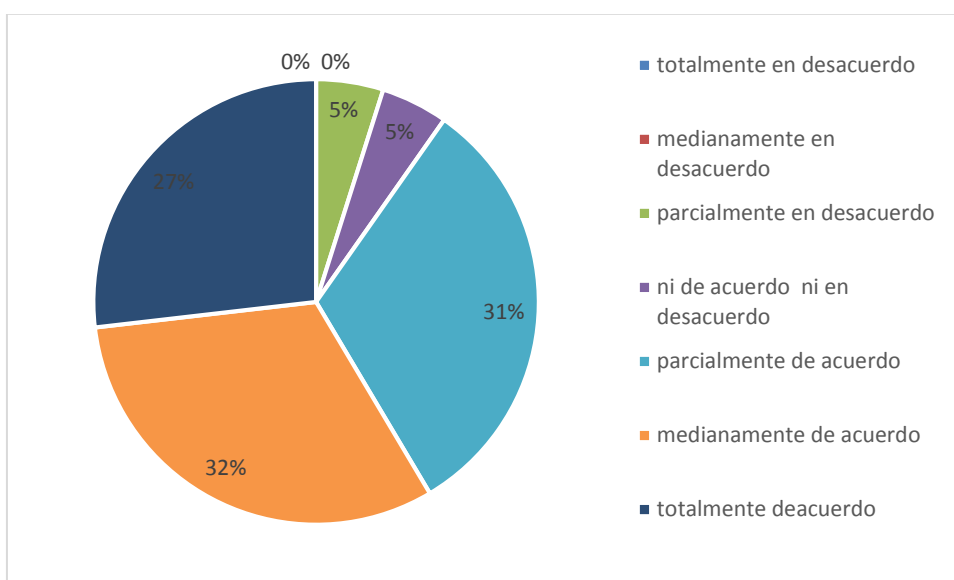


Fig. 56. Pregunta 1 – Usabilidad.

fuentes propia

### 2. ¿Considera Ud. que el programa de consulta de notas a través del celular es una alternativa dentro del campus Universitario?

El 46% de los encuestados están totalmente de acuerdo que la aplicación es una alternativa, el 34% esta medianamente desacuerdo, el 15% están parcialmente de acuerdo, el 2% de los encuestados no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, así como también el 3% están parcialmente en desacuerdo, el 0% medianamente en desacuerdo y total en desacuerdo. Tal como se refleja en el gráfico.



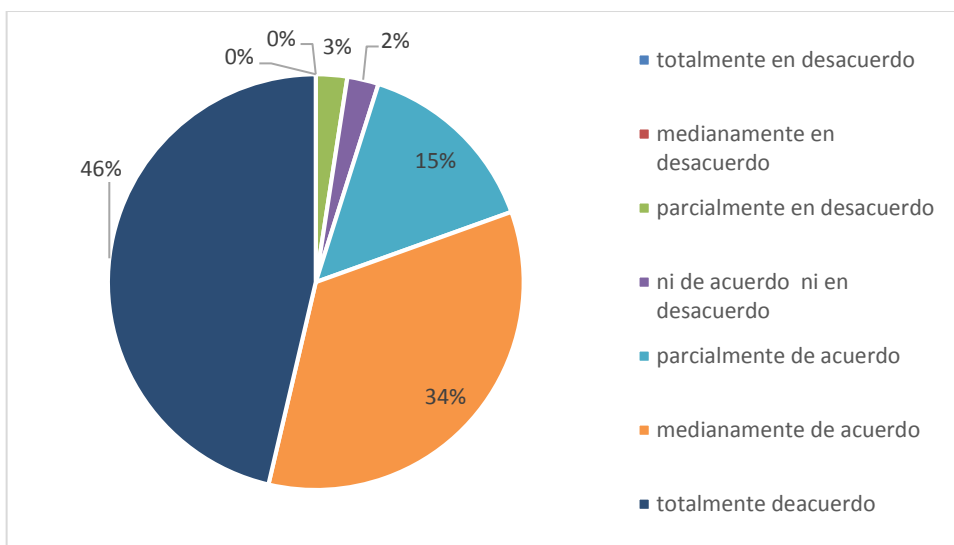


Fig. 57. Pregunta 2 – usabilidad.

fuelle propia

**3. ¿Considera Ud. que la consulta de notas a través del celular es más efectiva que el uso del UNIMATIC?**

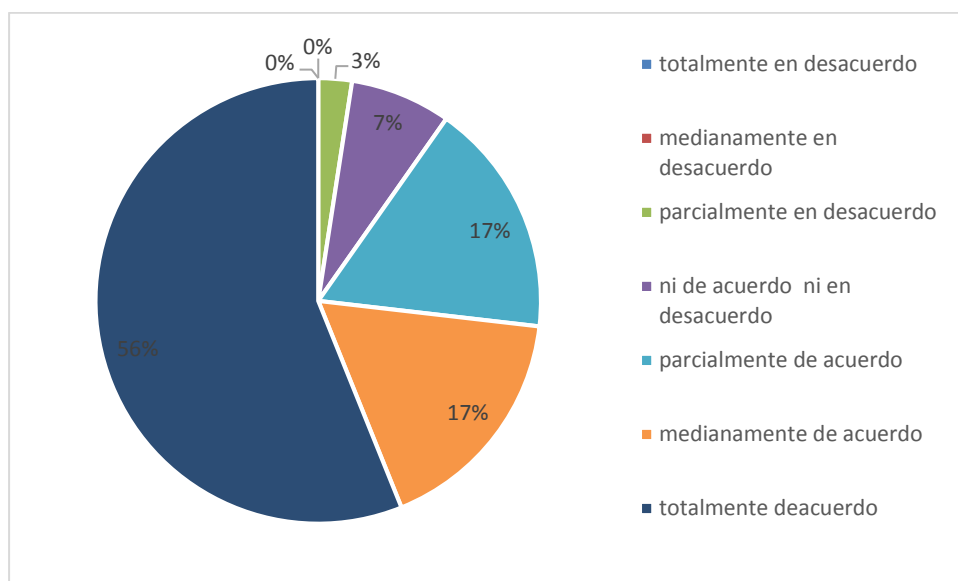


Fig. 58. pregunta 3 – usabilidad.

Fuente propia

**4. ¿Considera Ud. que el acceso a la consulta de notas a través del celular y sin costo alguno es lo más conveniente para el Estudiante?**

En la pregunta 4 del grado de satisfacción el 56% de encuestados están totalmente de acuerdo, 22% están medianamente de acuerdo, el 10% de los encuestados están

parcialmente de acuerdo con el igual de los que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 2% están parcialmente en desacuerdo, medianamente en desacuerdo y totalmente en desacuerdo tienen 0%.

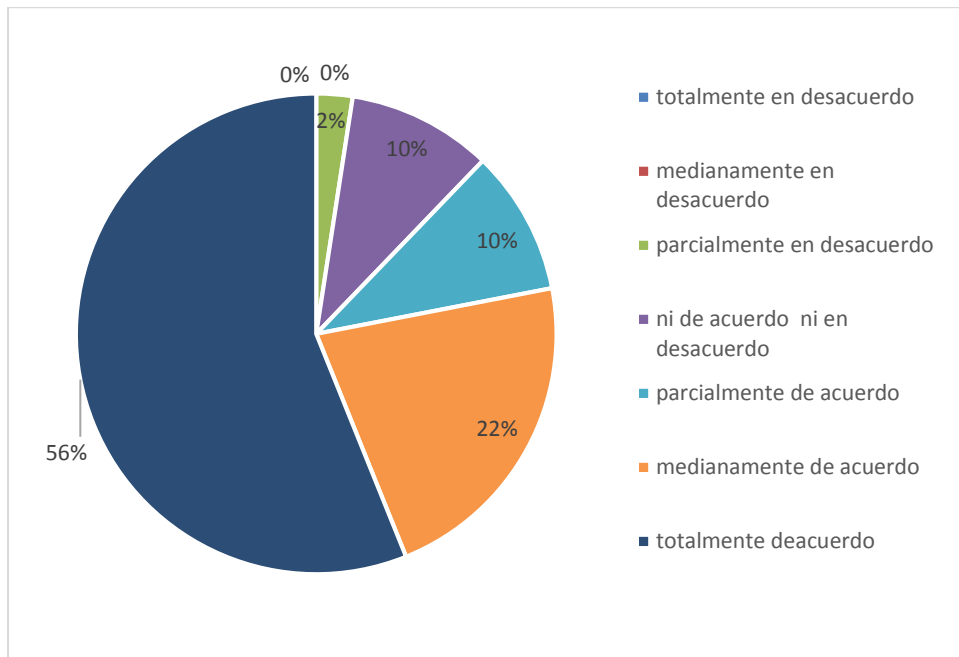


Fig. 59. pregunta 4. satisfacción.

fuelle Propia

**5. ¿Considera Ud. que la consulta de notas por una página Web es más apropiado que escucharlas en el celular?**

En la pregunta 5 del grado de satisfacción el 34% de encuestados están totalmente de acuerdo, 24% están medianamente de acuerdo, el 10% de los encuestados están parcialmente de acuerdo, el 15% dicen que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 7% están parcialmente en desacuerdo, el 3% están medianamente en desacuerdo y el 7% están totalmente en desacuerdo.

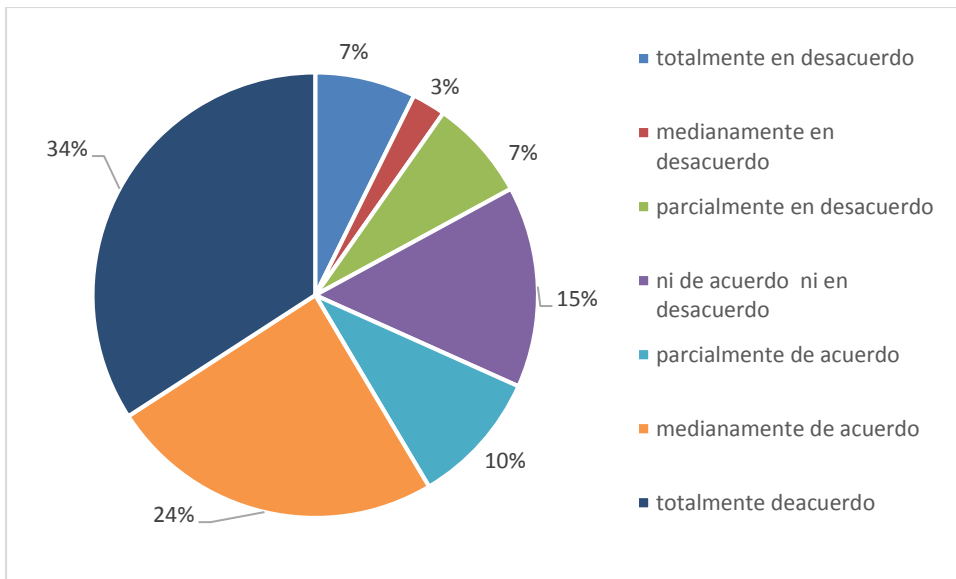


Fig. 60. pregunta 5. usabilidad.

fuentes propia

**6. ¿Considera Ud. que el programa de consulta de notas por su teléfono se escucha perfectamente sin cortes?**

En la pregunta 6 del grado de satisfacción, el 15% de encuestados están totalmente de acuerdo, 34% están medianamente de acuerdo, el 12% de los encuestados están parcialmente de acuerdo, el 20% dicen que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 7% están parcialmente en desacuerdo, el 5% están medianamente en desacuerdo y el 7% están totalmente en desacuerdo.

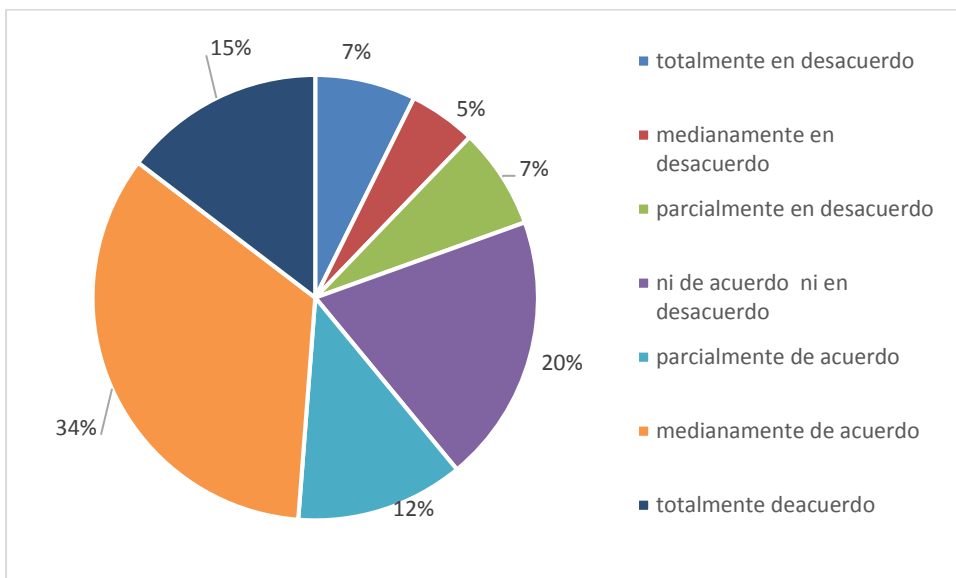


Fig. 61. pregunta 5. SATISFACCIÓN.

**7. ¿Considera Ud. que el uso de la tecnología que dispone Uniandes extensión Ibarra a la hora de realizar consultas de notas es la más apropiada?**

En la pregunta 7 del grado de satisfacción, el 19% de encuestados están totalmente de acuerdo, 27% están medianamente de acuerdo, el 15% de los encuestados están parcialmente de acuerdo, el 12% dicen que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 10% están parcialmente en desacuerdo, el 7% están medianamente en desacuerdo y el 10% están totalmente en desacuerdo.

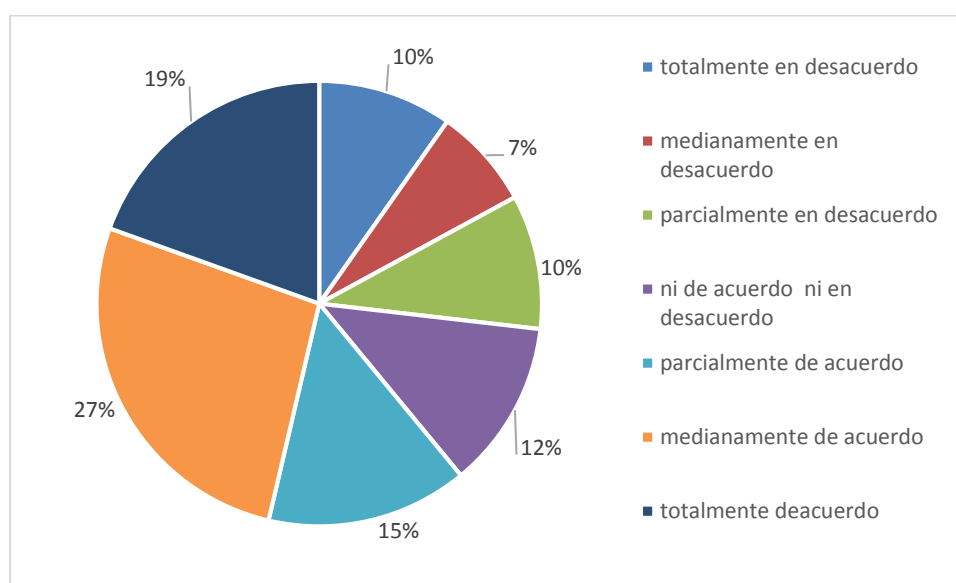


Fig. 62. pregunta 7. usabilidad.

**8. ¿Considera Ud. que el menú de la central telefónica es muy extenso y tedioso, lo recomendaría a otro estudiante?**

En la pregunta 8 del grado de satisfacción, el 17% de encuestados están totalmente de acuerdo, 17% están medianamente de acuerdo, el 10% de los encuestados están parcialmente de acuerdo, el 32% dicen que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 5% están parcialmente en desacuerdo, el 2% están medianamente en desacuerdo y el 17% están totalmente en desacuerdo.

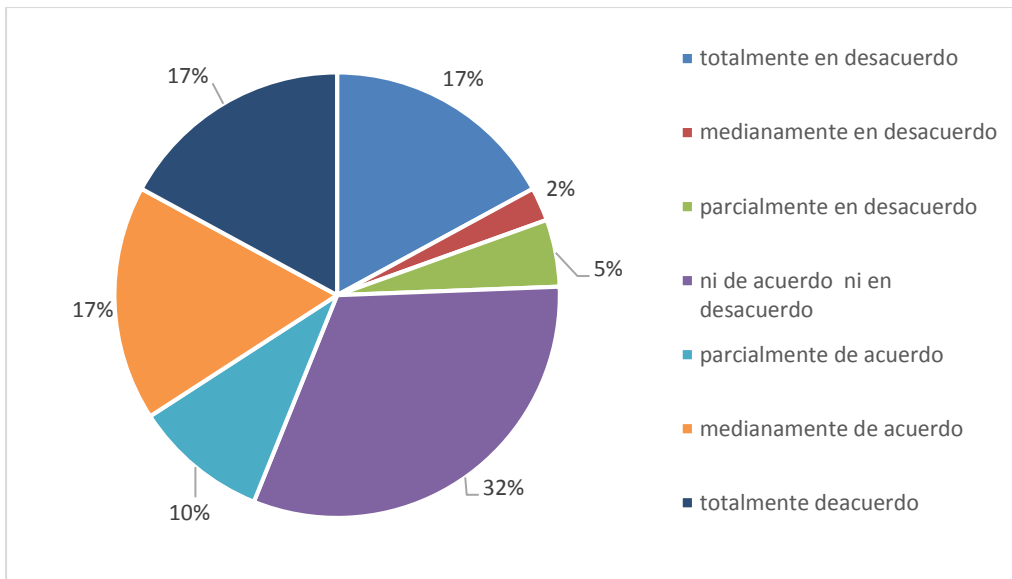


Fig. 63. pregunta 8. satisfacción.

fuentes propia

### 3.1.2 Análisis e interpretación de la encuesta

Para garantizar la validez de la propuesta se debe hacer un análisis factorial confirmatorio (ACF) con la ayuda del programa Rstudio, se realizó un diagnóstico con los resultados obtenidos de la encuesta considerando dos factores como satisfacción al cliente, usabilidad.

Una vez ingresado la matriz de datos de Excel al programa RStudio se procede con el análisis de la información como la verificar identificar variables atípicas del mismo que genero saturaciones sobre 0.4 en donde se dice que las preguntas realizadas en la encuesta no están mal planteadas o las preguntas fueron bien comprendidas por los encuestados.

Usando la función summary para obtener información básica de los datos, resumen de los máximos y mínimos de los cuartiles. Con la función apply(master,2,sd, na.rm=TRUE) y la boxplot(master) se crean los diagramas de caja.(Pérez E., 2010)

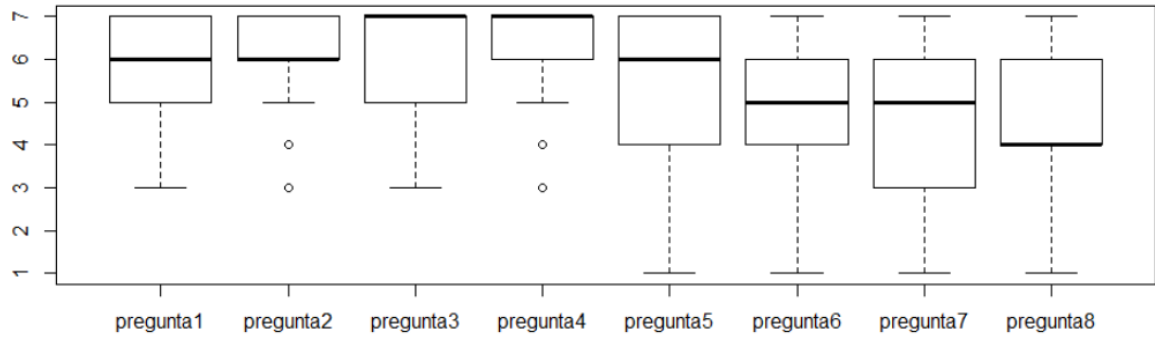


Fig. 64. Cuartiles.

Fuente propia

Con el diagrama podemos tener una visión general de la información y su comportamiento en donde indica que es probable que tenga inconvenientes con la pregunta dos y cuatro, continuando con el análisis se realiza un diagrama de asunción de linealidad en el que se puede apreciar los datos están en una forma lineal y se apega al estándar del programa, muestra los datos están en línea recta.

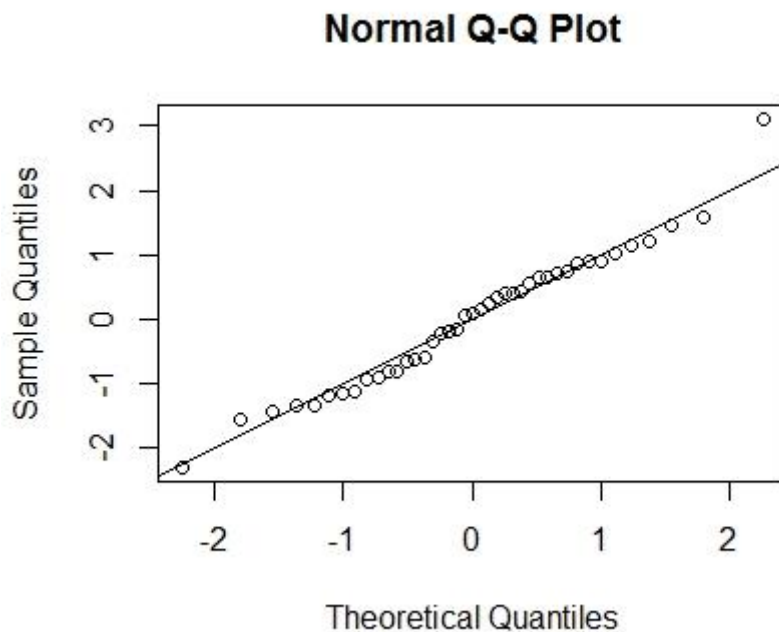


Fig. 65. Normalización.

Fuente Propia

Esto significa que la información tiene correlación lineal con las desviaciones teóricas.

Para analizar normalidad multivariantes se hace un histograma de residuos estandarizados como se muestra a continuación.

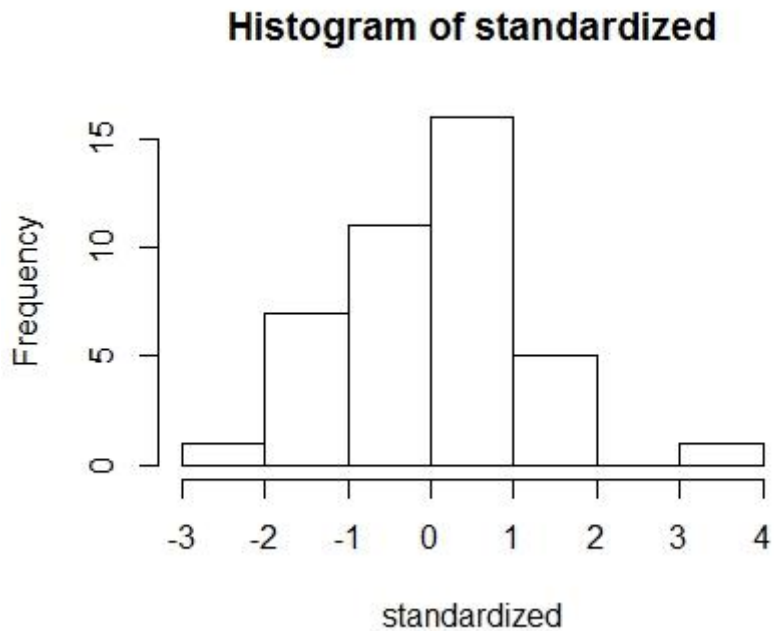


Fig. 66. Histograma Estandarizado.

Fuente Propia

De tal manera que para visualizar un diagrama que se asemeje a una curva, alcanzando la normalidad, se dispone de una función con valores aleatorios.

Para examinar homogeneidad y homocedasticidad se hace diagrama en el que indica como están distribuidos de manera similar en los cuatro cuadrantes indicando homogeneidad, no están lejos y tampoco toman una forma establecida.

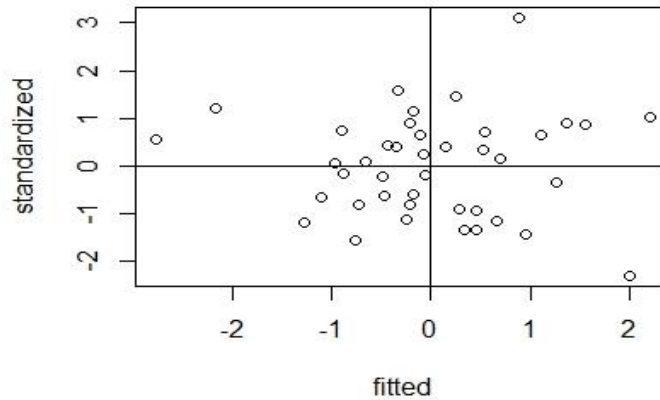


Fig. 67. Datos Dispersos.

Fuente Propia

Al crear modelos de dos o más factores se utiliza las librerías Semplot y se corre la función

Entonces se genera un árbol en donde se puede apreciar los dos factores de satisfacción de uso y satisfacción al cliente.

En los dos casos se puede notar que están borradas las preguntas, p8 y p1 pues no estaban saturando, entonces el grado de calificación estaba muy por debajo del índice de confianza que es 0.97 pero según los datos de la encuesta la puntuación es de 0.69, esto me indica que el sistema no está del todo mal.



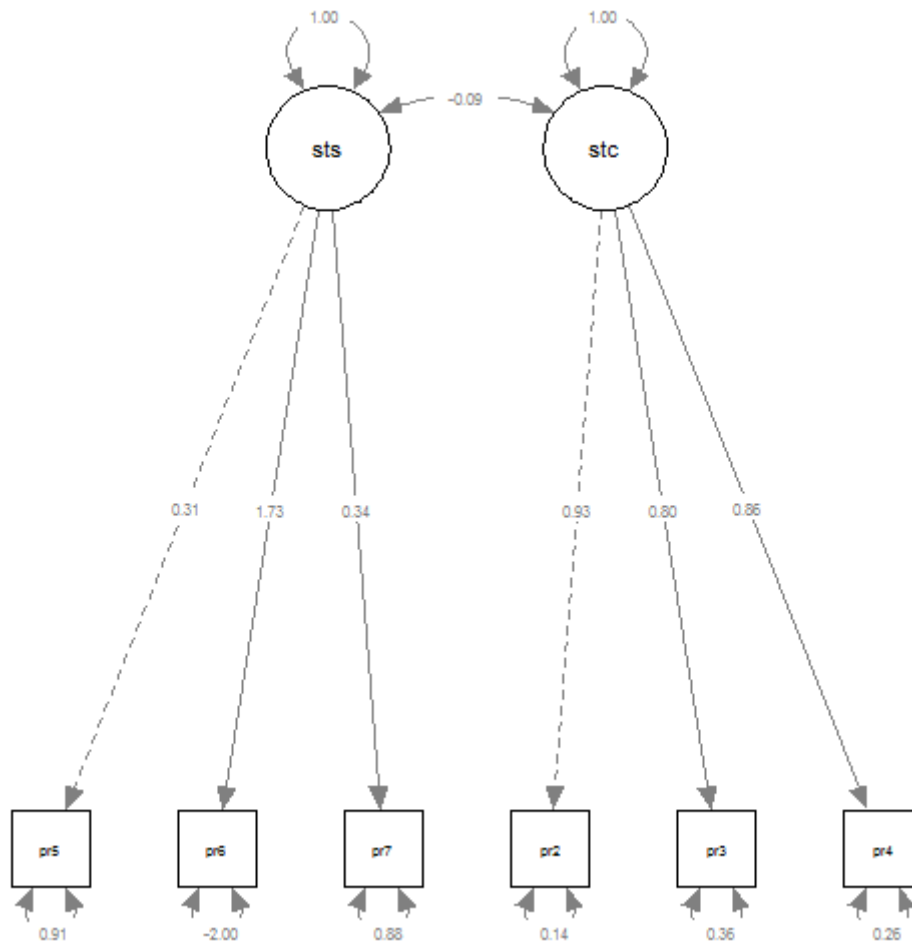


Fig. 68. Análisis Factorial Confirmatorio.

Fuente Propia

Según Heywood dice que no deben existir valores negativos entonces la pregunta 6 no debería estar sin embargo es la que está saturando y tiene más peso.

Entonces se hace un análisis de CFI índice de confianza del ajuste 0.977 y NNFI, índice de ajuste normalizado 0.956, se indica que a partir de 0.9 es un excelente modelo valido, del mismo modo TLI debe tener un valor de 0.956.

0.227	baseline.chisq	baseline.df	baseline.pvalue	cfi	
124.783	tli	15.000	0.000	0.977	
0.956	nnfi	rfi	nfi	pnfi	
0.978	0.956	0.841	0.915	0.488	
bic	rni	logl	unrestricted.logl	aic	
792.412	0.977	-372.068	-366.783	770.136	
.	ntotal	bic2	rmsea	rmsea.ci.lower	rms

Fig. 69. Índices de Ajustes Globales.

fuelle Propia

Entonces como se puede observar se está dentro de los parámetros establecidos.

Para medir el grado de satisfacción de uso y satisfacción del cliente se toma la fórmula de Rstudio en la que calcula la media como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 3.2  
Puntuaciones Ponderadas

Sección	Formula	Resultado
Satisfacción de uso	$\text{SatisfaccionDeUso} = (100/7) * (0.31 * \text{noout\$pregunta5} + 1.73 * \text{noout\$pregunta6} + 0.34 * \text{noout\$pregunta7}) / (0.31 + 1.73 + 0.34)$	69.86063
Satisfacción al cliente	$\text{satisfacciondelcliente} = (100/7) * (0.93 * \text{noout\$pregunta2} + 0.80 * \text{noout\$pregunta3} + 0.86 * \text{noout\$pregunta4}) / (0.93 + 0.80 + 0.86)$	88.39412

Así también de forma individual por cada usuario.

Tabla 3.3  
Resultados de las Puntuaciones Ponderadas Individual

Estudiante	Satisfacción de uso	Satisfacción del cliente
1	58.82353	86.04523
2	85.53421	67.40210

3	77.91116	86.04523
4	45.25810	90.12686
5	63.26531	100.00000
6	16.32653	100.00000
7	85.71429	90.12686
8	71.42857	71.42857
9	22.26891	94.87038
10	35.83433	100.00000
11	100.00000	100.00000
12	85.71429	80.97077
13	37.87515	90.12686
14	71.42857	71.42857
15	100.00000	100.00000
16	73.64946	90.45780
17	46.21849	95.25648
18	100.00000	100.00000
19	42.85714	42.85714
20	77.55102	76.17209
21	87.57503	100.00000
22	83.85354	85.71429
23	91.83673	100.00000
24	85.53421	100.00000
25	100.00000	100.00000
26	85.71429	85.38334
27	85.71429	85.71429
28	90.51621	100.00000
29	14.28571	100.00000
30	87.75510	94.87038
31	68.84754	100.00000
32	79.59184	90.45780
33	75.33013	100.00000
34	57.14286	66.68505
35	57.14286	86.76227
36	69.38776	66.68505
37	57.32293	90.84391

<b>38</b>	85.71429	80.58467
<b>39</b>	87.57503	100.00000
<b>40</b>	64.76591	100.00000
<b>41</b>	51.02041	57.14286

---

Fuente: propia

## **CONCLUSIONES**

Luego de implantar el sistema se concluye que la aplicación consulta de notas a través de teléfonos inteligentes es una alternativa adicional a las que ya dispone como UNIMATIC y pagina web de consulta de notas de la Universidad Uniandes, soluciona el problema de colas innecesarias en la computadora destinada a consultar las calificaciones de una manera rápida y eficaz dentro del campus universitario.

La aplicación permitió que varios de los alumnos matriculados con capacidades especiales puedan consultar sus notas con mayor facilidad, pues con la utilización de tecnología IVR se optimizan los recursos con su inmediata respuesta.

La aplicación de consulta de notas a través de voz sobre IP tiene una ventaja frente a las dos alternativas UNIMATIC y pagina web no tiene que esperar para revisar en el UNIMATIC y no debe tener internet pues funciona con solo tener conectividad a la red de la universidad.

De acuerdo a las encuestas realizadas para medir la usabilidad de la aplicación se determina que: el sistema se encuentra en los rangos aceptables de uso y fiabilidad, por lo tanto, el programa puede tener un buen impacto debido a su fácil manejo.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda ampliar la utilidad de la central telefónica IssabelPBX con la facilidad de poder realizar una llamada desde cualquier otro lugar que no sea dentro de la institución como esta implementado.

Se recomienda extender el uso de la aplicación con la utilización de un módulo destinado a la consulta de colegiaturas, serviría al estudiante para revisar si esta al día con sus pagos del semestre.

Se recomienda disponer de teléfonos IP con botones con relieve para las personas que tienen alguna discapacidad visual pueda hacer uso con mayor comodidad en el instante que desee consultar sus calificaciones a través de esta aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

ArchWiki. (9 de diciembre de 2019). *wiki.archlinux.org/index.php/Festival*. Obtenido de <https://wiki.archlinux.org/index.php/Festival>

Beati, H. (2011). *PHP. Creación de páginas Web Dinámicas*. México: Alfaomega.

Coronela Castillo, E. G. (2010). *PHP Profesional*. Perú: Empresa Editora Macro.

Delgado Ortiz, H. (2011). *Redes Inalámbricas*. Perú: Editorial Macro.

es.wikipedia.org. (15 de 04 de 2019). *es.wikipedia.org/wiki/Red\_digital\_de\_servicios\_integrados*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_digital\\_de\\_servicios\\_integrados](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_digital_de_servicios_integrados): [https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_digital\\_de\\_servicios\\_integrados](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_digital_de_servicios_integrados)

Gómez López , J., & Gil Montoya , F. (2014). *VoIP y Asterisk* . Madrid : RA-MA, S.A. .

GÓMEZ López, J., & GILL Montoya, F. (2010). *VoIP y Asterisk. Redescubriendo la Telefonía*. México: Alfaomega.

González, J., & Salamanca, O. ( 28/01/2016). EL CAMINO HACIA LA TECNOLOGÍA 5G. *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, 36,37.

HGEORGE123. (17 de febrero de 2012). *SOFTWARE LIBRE LINUX*. Obtenido de MANUALES Ó GUIAS DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS EN LINUX: <http://hgeorge123.blogspot.com/2012/02/cambiar-voces-de-festival-en-elastix.html>

<https://gomosoti.blogspot.com/>. (30 de enero de 2018). Obtenido de <https://gomosoti.blogspot.com/>: <https://gomosoti.blogspot.com/>

- Moreira, G. (Febrero de 2011). *democracia WIFI: dinámicas de la política y la comunicación en la era digital*. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/unianecsp/search.action?p00=Democracia+WiFi%3A+din%C3%A1micas+de+la+pol%C3%ADtica+y+la+comunicaci%C3%B3n+en+la+era+digital&fromSearch=fromSearch>
- Rios Peña, A., & Coronado, J. (2011). *Guia Asterisk*.
- Robles, F. J. (1014). *Redes Locales*. Madrid: RA-MA.
- S., W. A. (2012). Metodología de diseño e implementación de soluciones voIP. *Revista Visión Electrónica Año 6 No. 2, 1*.
- S., W. A.–R. (2012). Metodología de diseño e implementación de soluciones voIP. *Revista Visión Electrónica Año 6 No. 2, 101*.
- SALAZAR, J. (2016). *REDES INALÁMBRICAS*. Technická 2, Praha 6, Czech Republic : České vysoké učení technické v Praze.
- Themes, G. (2019). *IssabelTech - ElastixTech* . Obtenido de <http://elastixtech.com/que-es-issabelpbx/>
- voip-info.org. (15 de 1 de 2020). *AGI presentation*. Obtenido de AGI presentation: <https://www.voip-info.org/agi-presentation/>
- wikipedia. (16 de junio de 2014). *agi*. Obtenido de agi: [https://www.wikiasterisk.com/index.php/AGI#Instalando\\_PHP-AGI](https://www.wikiasterisk.com/index.php/AGI#Instalando_PHP-AGI)
- wikipedia. (16 de 11 de 2018). *wikipedia.org*. Obtenido de es.wikipedia.org/wiki/Issabel: <https://es.wikipedia.org/wiki/Issabel>
- Wikipedia. (15 de 9 de 2019). *FreeTDS*. Obtenido de FreeTDS: <https://es.wikipedia.org/wiki/FreeTDS>
- wikipedia. (3 de noviembre de 2019). *MicroSIP*. Obtenido de wikimedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/MicroSIP>
- zadarma. (3 de 6 de 2019). *Qué es la IVR – Respuesta de Voz Interactiva – y que aporta en un servicio de telefonía IP*. Obtenido de Qué es la IVR – Respuesta de Voz Interactiva – y que aporta en un servicio de telefonía IP: <https://zadarma.com/es/blog/que-es-ivr/>