



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES**

## **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED VOIP CON APLICACIONES EN TIEMPO REAL PARA EL GOBIERNO AUTONOMO DECENTRALIZADO DEL CANTON GUANO”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y  
REDES**

**AUTOR**

**LUIS ALEJANDRO PATACHE TIGSI**

Riobamba-Ecuador

2021



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED VOIP CON  
APLICACIONES EN TIEMPO REAL PARA EL GOBIERNO AUTONOMO  
DECENTRALIZADO DEL CANTON GUANO”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y  
REDES**

**AUTOR: LUIS ALEJANDRO PATAACHE TIGSI**

**DIRECTOR: Ing. MARCO VINICIO RAMOS VALENCIA MSC.**

Riobamba-Ecuador

2021

© 2021, Luis Alejandro Patache Tigi

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Luis Alejandro Patache Tigsi, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

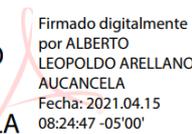
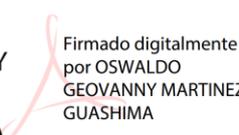
Riobamba, 2021-03-26

LUIS ALEJANDRO PATACHE TIGSI

0604263129

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA EN**  
**TELECOMUNICACIONES Y REDES**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; proyecto técnico “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED VOIP CON APLICACIONES EN TIEMPO REAL PARA EL GOBIERNO AUTONOMO DECENTRALIZADO DEL CANTON GUANO”, realizado por el señor: Luis Alejandro Patache Tigsi, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Alberto Leopoldo Arellano Aucancela	<p>ALBERTO LEOPOLDO ARELLANO AUCANCELA</p>  <p>Firmado digitalmente por ALBERTO LEOPOLDO ARELLANO AUCANCELA Fecha: 2021.04.15 08:24:47 -05'00'</p>	2021-03-26
<b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		
Ing. Marco Vinicio Ramos Valencia	 <p>Firmado electrónicamente por: <b>MARCO VINICIO RAMOS VALENCIA</b></p>	2021-03-26
<b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		
Ing. Oswaldo Geovanny Martínez Guashima	<p>OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ GUASHIMA</p>  <p>Firmado digitalmente por OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ GUASHIMA</p>	2021-03-26
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado para Dios que me ha dado la vida, y a mi familia, mi padre Marco Vinicio Patache Tigsi, a mi madre Martha Victoria Tigsi Pilco, a mi hermana mayor Daniela Catherine, y mi hermano menor Diego Jair, que han aportado mucho en mi vida, para seguir adelante y nunca olvidar quien soy y de dónde vengo. Los amo familia

Luis Alejandro  
Patache Tigsi

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mis padres que me apoyaron emocional y económicamente, y un agradecimiento especial para el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano, que me permitió realizar mi proyecto de titulación, y brindarme todas facilidades

Luis Alejandro Patache Tigi

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
INDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1</b> <b>DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1</b> <b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b> <b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b> <b>SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4</b> <b>JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5</b> <b>JUSTIFICACIÓN APLICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6</b> <b>OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.6.1</b> <b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>6</b>
<b>1.6.2</b> <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO II</b>	
<b>2</b> <b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b> <b>VoIP.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1</b> <b>Protocolos.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.1</b> <b>Protocolo H.323.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.2</b> <b>Protocolo SIP.....</b>	<b>8</b>

2.1.1.3	<i>Protocolo RTP</i> .....	9
2.1.2	<b>Funcionamiento de VoIP</b> .....	10
2.1.3	<b>Tipos de redes VoIP</b> .....	11
2.1.4	<b>Arquitectura y Componentes hardware de VoIP</b> .....	11
2.1.4.1	<i>Arquitectura VoIP</i> .....	11
2.1.4.2	<i>Teléfonos IP</i> .....	12
2.1.4.3	<i>ADAPATADORES ATA</i> .....	13
2.1.4.4	<i>Softphone</i> .....	13
2.2	<b>PBX</b> .....	14
2.2.1	<b>PBX IP</b> .....	14
2.2.1.1	<i>Elastix</i> .....	15
2.3	<b>Aplicaciones en tiempo real</b> .....	16
2.3.1	<b>Cómo trabajan las aplicaciones en tiempo real</b> .....	16
2.3.1.1	<i>Características</i> .....	16
2.4	<b>Aplicaciones en tiempo real sobre VoIP</b> .....	16
2.4.1	<b>Aplicación CRM</b> .....	16
2.4.1.1	<i>Funciones de CRM</i> .....	16
2.4.2	<b>Secretaria Virtual</b> .....	17
2.4.2.1	<i>Funciones de la secretaria virtual</i> .....	17
2.4.2.2	<i>Funcionamiento</i> .....	17
2.4.3	<b>Videollamada o videoconferencia</b> .....	17
2.4.3.1	<i>Definición</i> .....	17
2.4.3.2	<i>Historia</i> .....	18
2.4.3.3	<i>Evolución</i> .....	18
2.4.3.4	<i>Videollamada grupal</i> .....	19
2.4.4	<b>Monitoreo en tiempo real de VoIP</b> .....	19
2.4.4.1	<i>Nagios</i> .....	19
2.5	<b>IETF RFC 3261</b> .....	20
2.5.1	<b>Definición</b> .....	20
2.5.2	<b>Características</b> .....	20
2.5.3	<b>Estructura del estándar</b> .....	21

### CAPITULO III

3	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	21
---	---------------------------------	----

<b>3.1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Infraestructura actual de la red del GAD-GUANO</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Diseño de la red VoIP.</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Requerimientos del GAD-Guano:</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Análisis Comparativo entre PBX-IP virtuales</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Dial plan</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Aplicaciones en tiempo real efectuadas en la central VoIP</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.4.1</b>	<b>IVR</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.4.2</b>	<b>Video llamada</b> .....	<b>31</b>
<b>3.3.4.3</b>	<b>Análisis comparativo de aplicaciones de monitoreo en tiempo real</b> .....	<b>31</b>
<b>3.3.4.4</b>	<b>Conferencia VoIP</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Enlace Trunk.</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Dispositivos de usuario final</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3.6.1</b>	<b>Teléfono IP</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3.6.2</b>	<b>Softphone</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4</b>	<b>Implementación la red VoIP en el GAD-GUANO</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Servidor Elastix</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Puerto FXO y configuración de cuenta SIP</b> .....	<b>34</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Nagios</b> .....	<b>35</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Implementación de Aplicaciones de videollamada</b> .....	<b>36</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Calidad de servicio para VoIP</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4.5.1</b>	<b>Parámetros de calidad</b> .....	<b>37</b>
<b>3.4.5.2</b>	<b>Ancho de banda</b> .....	<b>38</b>
<b>3.5</b>	<b>MOS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.6</b>	<b>Funcionamiento y recolección de datos</b> .....	<b>40</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Prueba de funcionamiento de Nagios</b> .....	<b>40</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Prueba de conectividad</b> .....	<b>40</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Procedimiento de Recolección de muestras</b> .....	<b>41</b>
<b>3.6.3.1</b>	<b>Cálculo de la muestra</b> .....	<b>41</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Recolección de muestras de llamadas IP de voz</b> .....	<b>42</b>
<b>3.6.4.1</b>	<b>Prueba de una llamada</b> .....	<b>43</b>
<b>3.6.4.2</b>	<b>Prueba de dos llamadas simultaneas</b> .....	<b>44</b>
<b>3.6.4.3</b>	<b>Prueba de tres llamadas simultaneas</b> .....	<b>46</b>
<b>1.1.1.1</b>	<b>Prueba de cuatro llamadas simultaneas</b> .....	<b>48</b>
<b>3.6.4.4</b>	<b>Prueba de 5 llamadas simultaneas</b> .....	<b>50</b>
<b>3.6.5</b>	<b>Recolección de muestras de llamadas IP de video</b> .....	<b>53</b>
<b>3.6.5.1</b>	<b>Prueba de una video llamada.</b> .....	<b>54</b>

3.6.5.2	<i>Prueba de dos video llamadas simultaneas</i> .....	55
3.6.5.3	<i>Prueba de 3 video llamadas simultaneas</i> .....	56
<b>3.6.6</b>	<b><i>Recolección general de datos</i></b> .....	<b>59</b>
3.6.6.1	<i>Muestras globales de Llamadas IP de voz</i> .....	59
3.6.6.2	<i>Muestras globales de Llamadas IP de video</i> .....	60

## **CAPITULO IV**

<b>4</b>	<b>ANALISIS Y RESULTADOS</b> .....	<b>62</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultado de Indicadores para la calidad de llamada</b> .....	<b>62</b>
4.1.1	<i>Resultado de llamadas de voz</i> .....	62
4.1.2	<i>Resultados de llamadas de video</i> .....	63
<b>4.2</b>	<b>Resultado de la variable MOS</b> .....	<b>63</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>64</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>66</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>68</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b> Características de PBX IP virtuales.....	26
<b>Tabla 2-3:</b> Funciones de PBX IP.....	26
<b>Tabla 3-3:</b> Configuración de las extensiones .....	27
<b>Tabla 4-3:</b> Opciones del IVR .....	29
<b>Tabla 5-3:</b> Tabla comparativa de aplicaciones de monitoreo en tiempo real .....	32
<b>Tabla 6-3:</b> Plan de marcación.....	33
<b>Tabla 7-3:</b> Parámetros de calidad de servicio VoIP .....	37
<b>Tabla 8-3:</b> Escala MOS.....	37
<b>Tabla 9-3:</b> Ancho de banda por CODEC.....	38
<b>Tabla 10-3:</b> Mean Opinion Score .....	39
<b>Tabla 11-3:</b> Número de llamadas en diferentes instituciones.....	41
<b>Tabla 1-4:</b> Resultado de indicadores de llamadas de voz.....	62
<b>Tabla 2-4:</b> Resultado de Indicadores de Videollamadas .....	63
<b>Tabla 3-4:</b> Evaluación de MOS.....	63

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Pila de protocolo H.323 .....	8
<b>Figura 2-2:</b> Sesión SIP entre dos teléfonos.....	9
<b>Figura 3-2:</b> Comunicación RTP .....	10
<b>Figura 4-2:</b> Proceso de conversión y comprensión de VoIP .....	10
<b>Figura 5-2:</b> Funcionamiento de VoIP .....	11
<b>Figura 6-2:</b> Arquitectura de una red VoIP .....	12
<b>Figura 7-2:</b> Teléfono IP tomado de la marca Grandstream .....	12
<b>Figura 8-2:</b> Adaptador ATA tomado de la marca Grandstream .....	13
<b>Figura 9-2:</b> Softphone .....	13
<b>Figura 10-2:</b> Logo de Elastix .....	15
<b>Figura 11-2:</b> Logo de Nagios .....	19
<b>Figura 1-3:</b> Router MIKROTIK RB1100AHx2.....	23
<b>Figura 2-3:</b> Switch cisco SF 300 de 24 puertos .....	23
<b>Figura 3-3:</b> Switch SG-300 26 puertos.....	23
<b>Figura 4-3:</b> Infraestructura del GAD-Guano .....	24
<b>Figura 5-3:</b> Diseño de la red VoIP.....	25
<b>Figura 6-3:</b> Aplicación en tiempo Real.....	30
<b>Figura 7-3:</b> Interfaz web de NAGIOS .....	35
<b>Figura 8-3:</b> Hosts monitoreados por nagios.....	36
<b>Figura 9-3:</b> Prueba de nagios .....	40
<b>Figura 10-3:</b> Monitoreo de usuarios conectados.....	40
<b>Figura 11-3:</b> Monitoreo de llamadas .....	42
<b>Figura 12-3:</b> Procedimiento de recolección de muestras.....	42
<b>Figura 13-3:</b> Escenario de prueba de llamada de voz.....	43
<b>Figura 14-3:</b> Monitoreo de una llamada 1 activa en tiempo real .....	43
<b>Figura 15-3:</b> Medición de 1-1 llamada .....	44
<b>Figura 16-3:</b> Monitoreo de 2 llamadas simultaneas .....	44
<b>Figura 17-3:</b> Medición de 1-3 llamadas.....	45
<b>Figura 18-3:</b> Medición de 2-3 llamada .....	45
<b>Figura 19-3:</b> Monitoreo de 3 llamadas simultaneas .....	46
<b>Figura 20-3:</b> Medición de 1-3 llamada .....	46
<b>Figura 21-3:</b> Medición de 2-3 llamada .....	46
<b>Figura 22-3:</b> Medición de 3-3 llamada .....	47
<b>Figura 23-3:</b> Monitoreo de 4 llamadas simultaneas .....	48

<b>Figura 24-3:</b> Medición de 1-4 llamada .....	48
<b>Figura 25-3:</b> Medición de 2-4 llamada .....	48
<b>Figura 26-3:</b> Medición de 3-4 llamada .....	49
<b>Figura 27-3;</b> Medición de 4-4 llamada .....	49
<b>Figura 28-3:</b> Monitoreo de 5 llamadas simultaneas .....	50
<b>Figura 29-3:</b> Medición de 1-5 llamada .....	50
<b>Figura 30-3:</b> Medición de 2-5 llamada .....	51
<b>Figura 31-3:</b> Medición de 3-5 llamada .....	51
<b>Figura 32-3:</b> Medición de 4-5 llamada .....	51
<b>Figura 33-3:</b> Medición de 5-5 llamada .....	52
<b>Figura 34-3:</b> Escenario de prueba para Videollamada .....	53
<b>Figura 35-3:</b> Videollamada IP .....	54
<b>Figura 36-3:</b> Medición de una videollamada .....	54
<b>Figura 37-3:</b> Funcionamiento de dos videollamadas IP .....	55
<b>Figura 38-3:</b> Medición de 1-3 videollamada IP .....	55
<b>Figura 39-3:</b> Medición de 2-3 videollamada IP .....	55
<b>Figura 40-3:</b> Funcionamiento de 3 videollamadas IP.....	56
<b>Figura 41-3:</b> Medición de 1-3 videollamada IP .....	57
<b>Figura 42-3:</b> Medición de 2-3 videollamada IP .....	57
<b>Figura 43-3:</b> Medición de 3-3 videollamada IP .....	57

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Ancho de banda usado por la aplicación en tiempo real .....	31
<b>Gráfico 2-3:</b> Variación del Jitter.....	59
<b>Gráfico 3-3:</b> Variación de Latencia (RTT).....	59
<b>Gráfico 4-3:</b> Perdida de Paquetes .....	60
<b>Gráfico 5-3:</b> Variación de Jitter para videollamada .....	60
<b>Gráfico 6-3:</b> Variación de latencia en videollamada .....	61
<b>Gráfico 7-3:</b> Perdida de paquetes para video llamada .....	61
<b>Gráfico 8-3:</b> Ancho de banda utilizado por las video llamadas .....	62

## **INDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Instalación de Elastix

**ANEXO B:** Creación de Usuarios y configuración IVR

**ANEXO C:** Configuración de enlace TRUNK

**ANEXO D:** Activar Videollamada

**ANEXO E:** Configuración del Gateway y teléfono IP

**ANEXO F:** Instalación y configuración de nagios

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo realizar el diseño e implementación de la red VoIP con aplicaciones en tiempo real, donde se fijó una muestra de 5 llamadas simultáneas de IP de voz y 3 llamadas simultáneas IP de video en la unidad de Tecnología de desarrollo de información y comunicación del GAD del cantón Guano. Mediante Elastix se midió los resultados por medio de un plugin el cual Nagios analiza los parámetros de las llamadas de voz y video realizadas en función del tiempo. Los parámetros que se analizaron son latencia, jitter y pérdida de paquetes mediante protocolo de control en tiempo real, la verificación de la calidad de servicio de voz y video se cuantificó por medio de Mean Opinion Score “MOS” en una llamada IP de voz se obtuvo un MOS de 1 óptimo, en las dos llamadas se obtuvo un MOS de 2 satisfactorio, en tres llamadas 2 satisfactorio, en cuatro llamadas 3 tolerable y en cinco llamadas 3 tolerable. En las llamadas de IP de video se obtuvo en una llamada IP de video 2 satisfactorio, en dos llamadas IP de video 3 tolerable y en tres llamadas IP de video 4 deficiente. En las pruebas de conectividad se logró verificar con éxito a través de Nagios los usuarios conectados y no conectados al servidor Elastix. Como conclusión en las llamadas IP de voz existe menos probabilidad de tener problemas de calidad a diferencia de la IP de video que requiere de mayor control de los parámetros para tener buena calidad. Para futuros diseños e implementaciones se recomienda realizar una reestructuración de la infraestructura de red.

**Palabras claves:** <VoIP>, <SERVIDOR>, <CALIDAD DE SERVICIO>, <PROTOCOLO>, <SOFTPHONE (SOFTWARE)>, <PUERTA DE ENLACE>.



Firmado electrónicamente por:  
**HOLGER GERMAN  
RAMOS UVIDIA**

0942-DBRAI-UPT-2021

2021-04-06

## ABSTRACT

The current degree work was aimed to design and implement a VoIP network with realtime applications. A sample of 5 simultaneous voice IP calls and 3 simultaneous video IP calls were established in the Technology development unit of information and communication from the GAD in Guano canton. The results were measured using Elastix by employing a plugin in which Nagios analyzes the parameters of the voice and video calls made as a function of time. The parameters that were analyzed are latency, jitter, and packet loss using a real-time control protocol. The verification of the quality of voice and video service was quantified using the Mean Opinion Score (MOS). An optimal MOS of 1 was obtained in a voice IP call, a satisfactory MOS of 2 was obtained in two calls, 2 successful was found in three calls, 3 tolerable was gotten 4 calls, and finally 3 tolerable was obtained in 5 calls. 2 successful was obtained in one video IP call, 3 tolerable was found in two videos IP calls, and 4 poor in three video IP calls. In the connectivity tests, the users connected and not connected to the Elastix server were successfully verified through Nagios. In conclusion, there is less probability of having quality problems in voice IP calls than in video IP, which requires more control of the parameters to have good quality. It is recommended a restructuring of the network infrastructure in future designs and implementations.

**Keywords:** <VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP)>, <SERVER>, <SERVICE QUALITY>, <SOFTPHONE (SOFTWARE)>, <GATEWAY>

## INTRODUCCIÓN

“Por un lado, la transmisión de voz, con una historia de más de 130 años, se basa en el establecimiento de vínculos permanentes entre dos puntos, diseñados para transmitir un IP de señal específico: la voz humana, típica señal analógica, de ancho de banda acotado, que debe llegar a destino “inmediatamente” y ser lo más inteligible posible. Por otro lado, la transmisión de datos, con una historia relativamente reciente, se basa en la transmisión de información digital, utilizando técnicas de conmutación de paquetes, donde las pérdidas y los retardos no producen generalmente consecuencias importantes.”(JOSKOWICZ,2013) Como la telefonía IP al inicio solo era una idea, pero hoy en día es una realidad por lo subsiguiente muchas empresas o compañías donde la mayoría tienen una estructura de red, están cambiando su estructura de telefonía tradicional a una red de telefonía IP.

“Los artículos en la prensa comercial decían con frecuencia que, en un futuro próximo, el tráfico telefónico sería solo otra aplicación que se ejecuta en Internet. Tales declaraciones pasan por alto muchos detalles de ingeniería que impiden que la voz sea solo otra aplicación de Internet.”(GOODE,2002)

La tecnología avanza a pasos descomunales y la comunicación de igual manera donde la voz ya no es suficiente para los beneficiarios el cual demandan poder visualizar al usuario del otro lado de la comunicación sin perder la calidad de voz y video. Al usar VoIP en muchos de los casos sus beneficios son muy considerables dentro de una organización. Pero para llegar a obtener esos beneficios la red VoIP debe cumplir con los requerimientos y exigencias de la administración.

“**Guano** es un cantón de la Provincia de Chimborazo en la República del Ecuador. Tiene una superficie de 473 km<sup>2</sup>, y su rango de altitud va desde los 2.000 hasta los 6.310 msnm, en el nevado Chimborazo. La cabecera cantonal está situada a diez minutos de Riobamba.” El Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano tiene varios departamentos fuera del edificio central el cual usa telefonía tradicional para la comunicación.

## **CAPITULO I**

### **1 DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

El progreso de las redes IP se ha manifestado un paulatino interés por unificar todas las comunicaciones sobre una misma infraestructura aprovechando así el cableado existente.

La telefonía IP es cada vez más habitual su uso en instituciones y compañías, para la comunicación de los empleados entre delegaciones y departamentos ya sea por ayuda o rapidez y eficiencia en el tiempo.

VoIP es uno de los más rápidos graduales aplicaciones de Internet de hoy. Tiene dos beneficios fundamentales en paralelo con la voz sobre las redes telefónicas tradicionales. Primero, al explotar técnicas avanzadas de compresión de voz y compartir ancho de banda en redes de paquetes conmutados, VoIP puede mejorar la eficiencia del ancho de banda.

En segundo lugar, proporciona la creación de nuevos servicios que combinan la comunicación de voz con otros medios y aplicaciones de datos como video, pizarra y uso compartido de archivos.

VoIP y el tráfico de datos de aplicaciones habituales como la web, el correo electrónico, etc. puede interferir entre sí y reducir la VoIP actuación.

Con la tendencia de las redes e Internet las entes sen han transformado. Los servidores se han convertido como parte de la vida de muchas compañías, delegando en la actualidad de algunas labores clave para que estas puedan trabajar cada día.

En la actualidad en el GAD-Guano no existe telefonía IP, solo telefonía tradicional el cual cuenta con 8 líneas telefónicas . El cual el pago mensual lo realiza unidad de tesorería. Las líneas telefónicas se conecta a una central telefónica tradicional que se reparte a los demás departamentos.

Existen departamentos que no tienen comunicación de telefonía tradicional pero disponen de una conexión a internet.

El protocolo de direccionamiento usado en la administracion es IPv4, uno de los protocolos mas usados. Y es uno de los parámetros importantes para el diseño de la red como también el número de usuarios, un dial plan que cumpla con los requisitos del GAD-GUANO.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El diseño e implementación de una red VoIP, optimizará la comunicación entre los departamentos y delegaciones del GAD-GUANO?

## 1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿La infraestructura de red del GAD-GUANO tiene equipos que soporten VoIP?

¿El diseño de la red VoIP cumplirá con todos los requerimientos de la administración?

¿Cuántos departamentos del GAD requieren telefonía IP?

¿Se podrán comunicar todos los departamentos sin restricciones?

¿Qué características necesita el dial plan?

¿Todos los departamentos del municipio tienen acceso a internet?

¿Qué medios de transmisión tienen los departamentos?

## 1.4 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

VoIP brinda a los consumidores conectados a una red una cantidad de beneficios por el uso de este protocolo, el cual con dispositivos que permitan la comunicación reducirá costos.

Para la implementación existen softwares libres como centralita telefónica IP en muy bajo costo, a comparación de los demás elementos de una red VoIP que tienen costo elevado. Como también dispositivos de usuario final donde el precio difiere del requerimiento de la organización.

La telefonía sobre VoIP aún tiene todas las características de la telefonía convencional y se le añaden muchas funcionalidades nuevas que reportan servicio de valor añadido: (CASTRO ALONSO,2013)

- Traspasos
- Servicio de Buzón
- Enrutamiento por origen (CASTRO ALONSO,2013)
- Fijar un Horarios
- Un menú de configuración
- Repartición y servicio de colas
- Interfaz Web para estadísticas en tiempo real (CASTRO ALONSO,2013)

- Grabación de llamadas (CASTRO ALONSO,2013)
- Interfaz Web para el control de agentes en tiempo real
- Llamadas en espera (CASTRO ALONSO,2013)
- Alerta de llamadas o mensajes por mail (CASTRO ALONSO,2013)
- Multiconferencias (CASTRO ALONSO,2013)
- Videoconferencias (CASTRO ALONSO,2013)
- Integrar servicios de otras plataformas (CASTRO ALONSO,2013)
- Listas negras, blancas (CASTRO ALONSO,2013)

### 1.5 JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

La comunicación entre departamentos se realiza por una central PSTN, lo cual está percibiendo la problemática de accesibilidad a la central PSTN, como los departamentos que se encuentran fuera del edificio central. Lo cual optaron por contratar líneas telefónicas independientes para cada departamento. O simplemente quedarse si un servicio de comunicación telefónica.

El gobierno autónomo descentralizado del cantón Guano, cuenta con 61 departamentos distribuido en 5 edificios, los cuales cuentan con el servicio de internet. Lo cual el edificio central recibe este servicio por medio de fibra óptica desde CNT-RIOBAMBA.

Como consecuencia nace la necesidad de emigrar de la telefonía tradicional a la telefonía IP en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guano. Donde cuenta con una infraestructura de red, el cual se aprovechará al máximo para tener conectividad entre todos los departamentos. Actualmente la institución realiza la comunicación por telefonía tradicional entre departamentos y delegaciones que da como resultado un gasto mensual, que se reducirá con una red VoIP. Incluso existe departamentos y delegaciones que no cuentan con un servicio de comunicación telefónica, pero posee el servicio de internet, lo cual permitirá implementar el servicio de VoIP.

La implementación de la red VoIP en el municipio para los dispositivos de telefonía se hará uso de softphone, teléfonos físicos IP y video teléfonos IP.

En la siguiente tabla se muestra la planificación de departamentos propuesta para a la migración a telefonía IP.

Edificio central

1. Contabilidad
2. Tesorería
3. Financiero
4. Obras publicas
5. Rentas
6. Registro de la propiedad
7. Evaluás y catastros
8. Talento humano
9. Recaudación de predios
10. Sindicatura
11. Compras publicas
12. TICS
13. Archivo
14. Mecánica
15. Presupuesto
16. Alcaldía
17. Sala de concejales

#### Externo 1

1. Gestión de riesgos
2. Coactivas
3. Seguridad ciudadana
4. Junta de protección de derechos
5. Consejo de protección de derechos
6. Comisaría
7. Proyectos

8. Dirección de ambiente
9. Transporte y maquinaria
10. Banda municipal

#### Externo 2

1. Seguridad y ocupacional
2. Comunicación social

#### Externo 3

1. Tránsito
2. Dirección de desarrollo económico local y social
3. Fisioterapia

#### Externo 4

1. Activos fijos
2. Bodega

Son 34 departamentos que posee el servicio de comunicación telefónica el cual se desea migrar a la telefonía IP, además la institución desea alcanzar el objetivo de tener comunicación telefónica entre los 61 delegaciones existente, y reducir el uso de líneas telefónicas tradicionales.

### **1.6 OBJETIVOS**

#### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar una red VoIP con aplicaciones en tiempo real para el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guano.

#### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar redes de VoIP y aplicaciones en tiempo real.
- Identificar y estudiar la infraestructura de la red GAD-GUANO.
- Diseñar la red con los requerimientos del GAD-GUANO.
- Implementar la red VoIP en el GAD-GUANO con PBX IP virtual.
- Realizar pruebas de conectividad y calidad de llamadas de voz y video.

## CAPITULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 VoIP

VoIP es el acrónimo de “Voice Over Internet Protocol”, que hace referencia a la emisión de voz en paquetes IP sobre redes de datos como puede ser Internet. Llegados a este punto se unen dos mundos que hasta entonces habían convivido separados: la transmisión de voz y la de datos.(GIL,2012)

Voz sobre IP o VoIP, voz sobre banda ancha, telefonía IP, llega a representar una misma cosa; un servicio que admite la transmisión de la voz utilizando a la red de internet.

##### 2.1.1 Protocolos

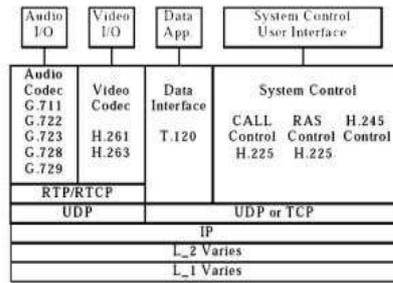
VoIP tiene el propósito de fragmentar en paquetes la información de señales analógicas de audio sobre infraestructura de redes IP. Al inicio los protocolos IP no estuvieron diseñados para el servicio de comunicación.

El cual se crean protocolos para VoIP, cuyo módulo de conexión contiene una serie de servicios para la señalización entre dispositivos que procesan información de audio para cada dirección de la comunicación. Es el lenguaje que utiliza VoIP.

##### 2.1.1.1 Protocolo H.323

La ITU-T fue el primer comité de estandarización que desarrollo un estándar para la transferencia de tráfico multimedia sobre redes de paquetes. El estándar denominado H.323 fue estandarizado en 1996(MORENO NOVELLA et al.,2001). Este protocolo añade protocolos de señalización que permiten controlar el establecimiento, manutención e independencia de conexiones de multimedia como datos, audio y video en las redes de paquetes.

La calidad de servicio no es garantizada, y la fiabilidad en el transporte de datos es muy cuestionable; para la voz o vídeo nunca es íntegro. En la Figura 1-1 podemos ver la pila de protocolos que maneja H.323; También, es autónomo de la topología de la red.



**Figura 1-2:** Pila de protocolo H.323

Realizado por: Patache, L 2020

### 2.1.1.2 Protocolo SIP

Es el protocolo más nuevo que el H.323, de señalización para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet desarrollado por el IETF.(GONZALES,2012) Este protocolo se utiliza para iniciar y terminar las llamadas. Los servidores para conectarse entre sí utilizan TCP y UDP, y en la capa de aplicación utiliza el protocolo RTP para la transmisión en tiempo real de video y audio.(GONZALES,2012)

SIP utiliza P2P<sup>1</sup> además participa con HTTP, persiguiendo una distribución de petición y respuesta con códigos de respuesta iguales a los de HTTP. DNS es usado para la localización. En consecuencia, este protocolo está fundado en el intercambio de peticiones y respuestas inicialmente. Con el nombre request line y contienen el nombre de método al que invocan.

Método SIP:

1. Invite : utilizado para invitar un usuario para participar en una sesión o para modificar parámetros(GONZALES,2012), contiene la información sobre la persona que llama y la parte llamada y sobre el tipo de transmisión que se intercambiará (voz, video, etc.)(ZNATY et al.,2005). Un UA<sup>2</sup> el cual ha proporcionado el procedimiento INVITE toma una réplica de última etapa a la invitación con un ACK.
2. ACK: ratifica el establecimiento de una sesión.
3. OPTION: Nos indica las capacidades del servidor
4. BYE: muestra la finalización de una sesión SIP.
5. CANCEL: anula una petición aplazado.
6. REGISTER: reconoce un UA.

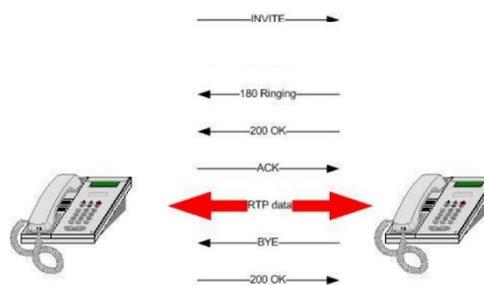
<sup>1</sup> P2P= protocolo punto a punto

<sup>2</sup> El agente de usuario ALARCON QUIGUA, A. Estudio, implementación y análisis de tráfico de una red VOIP bajo el protocolo SIP. 2013.: esta es una aplicación en el dispositivo de un usuario que envía y recibe solicitudes SIP.ZNATY, S., J.-L. DAUPHIN AND R. GELDWERTH SIP: Session Initiation Protocol. SIP: Session Initiation Protocol, 2005.

En la Figura 2-1 vemos las operaciones realizadas entre dos teléfonos al iniciar una llamada

Servidores SIP:

- Proxy Server: Posee el trabajo de enrutar las peticiones de otros entes más contiguos a su destino; Opera como cliente y servidor para la conexión de llamadas entre beneficiarios.
- Registrar Server: Es un servidor que admite peticiones de registro de los clientes el cual la información registrada es guardada para la localización y traducción de dirección del dominio que vigila.
- Redirect Server: El servidor crea respuestas de redirección a las postulaciones que recibe y enruta las postulaciones hacia el servidor siguiente.



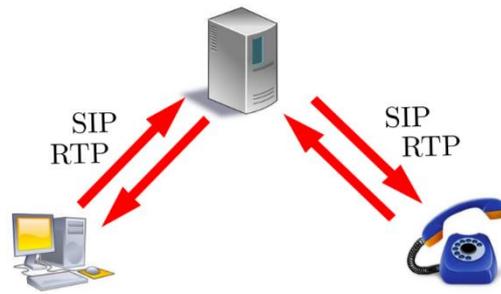
**Figura 2-2:** Sesión SIP entre dos teléfonos

Realizador por: Patache, L 2020

### 2.1.1.3 Protocolo RTP

El protocolo TCP no puede realizar un envío de datos en tiempo real y el protocolo UDP no conlleva a una confirmación de datos sobre el contenido, ya que en estos dos protocolos no existe un concepto apropiado de QoS para la transmisión de voz, surgió el protocolo RTP. (ESPINOZA,2017) es un protocolo apropiado para transmisiones en tiempo real, y se acopla al diseño e implementación de la red VoIP.

RTP se faculta solo del transporte de datos, y el control de los datos se encarga Real Time Control Protocol (RTCP). Además, facilita servicios de una red extremo a extremo para la transferencia de datos en tiempo real como en la Figura 3-1. RTP es un protocolo autónomo de transporte y de red no obstante en mayor parte se maneja sobre el protocolo UDP.



**Figura 3-2:** Comunicación RTP

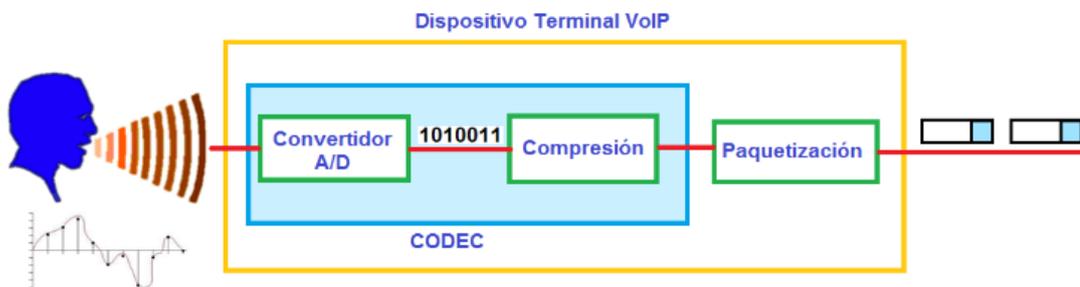
Realizado por: Patache, L 2020

### 2.1.2 Funcionamiento de VoIP

Voz sobre Protocolo de Internet o VoIP traslada la voz procesada para luego ser encapsulada en paquetes y ser trasladadas en redes de datos, sin tener una infraestructura de telefónica convencional, obteniendo la capacidad de envío de todo tipo de información de comunicación en datos, voz y video.

Esta tecnología separa las señales de audio analógicas de conversaciones de teléfono regular dentro de paquetes de información digitalizada. Estos paquetes son transmitidos uno por uno mediante el internet por el camino más eficiente - como un e-mail o página web - los paquetes de voces obtienen el derecho de pasar. Los paquetes de voces son entonces reensamblados en sonido y dirigidos a un teléfono regular. La tecnología de teléfono broadband hace que los networks de comunicación sean más eficientes reduciendo el ancho de banda de frecuencia necesitado para realizar llamadas de teléfono individual, resultando en un significativo ahorro de costo para clientes comerciales y residenciales. (CASTRO ALONSO,2013)

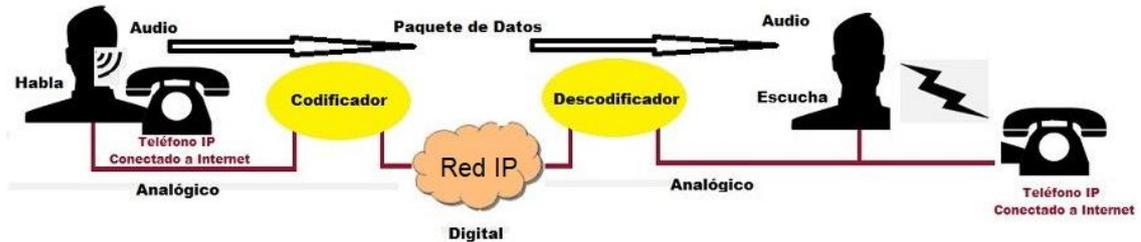
El proceso de conversión y compresión de señales de audio analógicas para poder viajar a través de una red IP se puede observar en la figura 4-1



**Figura 4-2:** Proceso de conversión y compresión de VoIP

Realizador por: PATACHE, L 2020

La conmutación de paquetes es usada para llamadas VoIP como tecnología de conmutación en el internet. La conmutación de VoIP tiene cuantiosas ventajas sobre el PSTN<sup>3</sup> que usa conmutación<sup>4</sup> de circuitos. Como en la figura 5-1 se observa el funcionamiento completo de una comunicación IP.



**Figura 5-2:** Funcionamiento de VoIP

Realizado por: PATACHE, L 2020

### 2.1.3 Tipos de redes VoIP

El servicio de VoIP se puede implementar en 3 tipos de redes los cuales la diferencia notable es la dimensión del área de conexión.

- Internet: En esta distribución se ofrece el servicio VoIP a un nivel global sin importar su ubicación.
- Red IP pública: El especialista promete a las compañías una conectividad eficaz para conectar sus redes de área local de tráfico IP, de diferentes áreas y ubicaciones.
- Intranet: Es una red IP implementada por la propia compañía. Donde tiene bajo su control todos los parámetros de la red, donde resulta eficaz en el transporte de la voz.

### 2.1.4 Arquitectura y Componentes hardware de VoIP

#### 2.1.4.1 Arquitectura VoIP

<sup>3</sup> PSTN=Red Pública de Switcheo Telefónico

<sup>4</sup> La Conmutación se considera como la acción de establecer una vía, un camino, de extremo a extremo entre dos puntos, un emisor (Tx) y un receptor (Rx) a través de nodos o equipos de transmisión. La conmutación permite la entrega de la señal desde el origen hasta el destino requerido.



### 2.1.4.3 ADAPATADORES ATA

Es un dispositivo que tiene la capacidad de transformar señales analógicas de voz, en paquetes digitales que pueden transmitirse a través del internet (ver figura 8-1) a pesar de tener un teléfono analógico los usuarios necesitan un dispositivo e intermediario que es conocido como un adaptador de teléfono analógico (ATA).



**Figura 8-2:** Adaptador ATA tomado de la marca Grandstream

Realizado por: Patache, L 2020

Su función principal permitir la comunicación de un teléfono analógico como si fuese un teléfono IP.

### 2.1.4.4 Softphone

Es un software que cumple y realiza las mismas operaciones de un teléfono IP con la única diferencia que este es un teléfono IP virtual, que se puede instalar dentro de un computador (ver figura 9-1). En la actualidad los softphone pueden ser instalados en teléfonos celulares que realizará el mismo funcionamiento.

Existen muchas marcas de softphone en el mercado como: zoiper, 3cx, cisco... etc.



**Figura 9-2:** Softphone

Realizado por: Patache, L 2020

## 2.2 PBX

Es una central telefónica que se encarga de conmutar la llamada de un usuario a otro usuario mediante protocolos de transporte de voz. La llamada se va a poder realizar y establecer siempre y cuando los usuarios estén registrados.

En muchos de los casos la organización es la que implementa por eso es denominada privada, hay PBX en hardware y software.

Una PBX es un equipo que opera como un ramal de la red primaria pública de telefonía, es decir que los usuarios no utilizan líneas telefónicas tradicionales para comunicarse al exterior, sino que como la PBX está conectada a la PSTN, ésta se encarga de enrutar la llamada a su destino a través de enlaces integrados de transmisión de voz denominados cables troncales (Sinche & Ortega, 2011). (Ruíz, 2015)

PBX posee su propia inteligencia para facilitar la conmutación de llamadas. Esta inteligencia es gestionada por al menos una unidad central (CPU), con procesadores de entradas/ salidas que maneja las interfaces de líneas y cuenta también con una memoria viva. Actualmente una PBX es un hardware o software capaz de agrupar varios usuarios de teléfonos para hacerlos compartir una a varias líneas telefónicas, entre las características más comunes de una PBX se tiene (Kasse, 2006): (Ruíz, 2015)

- Respuesta automática
- Minutas de llamadas
- Gestión de extensiones
- Correo de voz y buzones de voz
- Redireccionamiento de llamadas
- Llamada en aguardo
- Llamada en reunión

### 2.2.1 PBX IP

Una PBX IP reemplaza a una PBX tradicional y provee a un número de extensiones la capacidad para realizar conferencias, transferir llamadas y marcación a otras extensiones. Todas las llamadas son enviadas a través de paquetes de datos sobre una red de datos en lugar de la red telefónica tradicional. Con el uso de una GatewayVoIP, se pueden conectar líneas telefónicas convencionales a la PBX IP para hacer y recibir llamadas telefónicas a través de las líneas a una PSTN. (Ruíz, 2015)

Un GatewayVoIP es un dispositivo que convierte el tráfico telefónico en paquetes IP para su transmisión sobre la red de datos. Básicamente se utilizan para 2 funciones: 1. Convertir llamadas

provenientes de la línea telefónica PSTN hacia líneas telefónicas VoIP/SIP, 2. Conectar una PBX tradicional a una red de datos.(Ruíz,2015)

#### 2.2.1.1 Elastix

Elastix con una solución para todas las necesidades de comunicación. Ya sea en la oficina, desde casa o sobre la marcha, puede colaborar con sus compañeros y clientes en tiempo real. Videollamadas o chat en vivo sin descargas o costos adicionales – accesible 24/7 desde su ordenador o móvil. Disponible on-premise en Windows o Linux; hospedado en su propia nube u hospedado por 3CX.(ELASTIX,2020)



**Figura 10-2:** Logo de Elastix

Realizado por: PATACHE, L 2020

Elastix tolera los protocolos: SIP, IAX, H.323, MGCP,SKINNY 49,ZAP.

Elastix es un software libre, como una solución de las necesidades de comunicación. Su funcionamiento es similar a una central telefónica tradicional, con la diferencia que toda su comunicación se realiza dentro de una red IP, añadiendo mas servicios y herramientas para una mejor comunicación.

Elastix fue desarrollada en base a otros softwares libres como Asterisk, freePBX, y openfire. En la actualidad Elastix cuenta con una versión pagada ofreciendo la posibilidad de mantener la configuración realizada en la versión gratuita y mudar a la versión pagada, pero con el nombre 3CX.

#### Ventajas

- Compatibilidad con aplicaciones en tiempo real.
- Escalabilidad
- Plugin adicional incorporado para video llamada
- Funciones adicionales con versión pagada

#### Desventajas

- Costoso para la versión pagada

## 2.3 Aplicaciones en tiempo real

Las **aplicaciones en tiempo real** están muy en boga en la actualidad. Sin embargo, no son nada nuevo dentro del concepto de **aplicaciones cliente/servidor** que se ejecutan a través de **internet**. Conocer qué son y cómo funcionan es de gran importancia para estudiantes de informática, telemática y usuarios en general. Seguidamente, describiremos de la forma más simple posible el concepto y cómo funcionan las **aplicaciones en tiempo real**.(NOGUERA)

Las aplicaciones en tiempo real son programas informáticos realizados en un dispositivo con conexión a internet, el cual admitan al interesado establecer comunicación con un servidor, por lo consiguiente una aplicación en tiempo real es un programa que nos admite crear una comunicación bidireccional, eficaz y clara, entre un interesado y un servidor.

### 2.3.1 Cómo trabajan las aplicaciones en tiempo real

Las aplicaciones en tiempo real trabajan de modo sencillo envían peticiones a un servidor, el cual el servidor envía la información solicitada. Como la lectura en una base de datos. Reducir la latencia en el envío de datos usuales en la red. Existen varias herramientas como: JavaScript, Ruby, Python, .NET, y Socket que implementan HTML5.

#### 2.3.1.1 Características

Las características significativas para el buen funcionamiento de aplicaciones en tiempo real:

- El ancho de banda determinado por la capacidad de los enlaces físicos que se utilicen
- El retardo dependiente de la tecnología manejada, distancia entre enlaces y el número de enlaces, la capacidad de procesamiento de datos de los enrutadores.

## 2.4 Aplicaciones en tiempo real sobre VoIP

### 2.4.1 Aplicación CRM

El **CRM (Customer Relationship Management)** es un sistema que permite realizar una gestión efectiva de la relación de la empresa con los clientes. Gracias a esta herramienta, los distintos departamentos de una compañía tienen un acceso rápido y preciso a los datos de contacto, las interacciones realizadas con anterioridad, o cualquier otro tipo de información relevante. (MASIP)

#### 2.4.1.1 Funciones de CRM

El tratamiento de la información de los procesos .

Conservar y operar la información de los usuarios como correos, puestos, comportamiento con la empresa, agenda de reuniones, nivel de autoridad.

Grabar llamadas y conferencias. trasladar automáticamente. importar la información a cualquier software.

## **2.4.2**    Secretaria Virtual

La secretaria virtual. Se trata de un software que aporta la integración de las aplicaciones CRM con la Telefonía IP, lo que supone una serie de ventajas, que hace que este sistema sea beneficioso para cualquier organización, independientemente de su estructura o de su tamaño. **(MASIP)**

La organización consigue un método de gestión y comunicación para los usuarios, vertiginoso, eficaz y eficiencia, que admite atender llamadas cuando el receptor no está disponible.

### **2.4.2.1**    Funciones de la secretaria virtual

- Atender llamadas
- Realizar citas o reservas
- Sistematizar calendarios
- Responder e-mails
- Recepción de información y llenado de formularios.

### **2.4.2.2**    Funcionamiento

En el instante de ingresar una llamada, se muestra en pantalla una ficha que contiene toda la información de la organización, lo cual se puede atender la llamada de forma eficaz.

Esta ficha dependerá de la información requerida por la organización tantos datos considerados oportunos, contactos anteriores, reuniones, satisfacción con la y datos personales que el usuario ha entregado anteriormente a la secretaria virtual, accede a un trato individualizado.

## **2.4.3**    Videollamada o videoconferencia

### **2.4.3.1**    Definición

Una videollamada es un modo de videoconferencia que involucra a dos usuarios que pueden verse y escucharse al mismo tiempo. Durante una videollamada los usuarios pueden compartir archivos y otro contenido multimedia, por ejemplo, compartir su escritorio, intercambiar mensajes de texto y usar herramientas de colaboración proporcionadas por su solución de videoconferencia(TRUECONF,2020). Para realizar videollamadas se solicita un software de videoconferencia o un dispositivo hardware independiente. Las videollamadas se manejan en casi

cualquier lugar como: en salones de reuniones, mensajería, cajeros automáticos, telemedicina, teleeducación, vigilancia de acceso, etc.(TRUECONF,2020)

#### 2.4.3.2 Historia

La video llamada también es conocida como vídeo telefonía o videoconferencia, poder asociar una fecha como inventor determinado para esta es extremadamente difícil. Una conversación mantenida entre el secretario de Estado norteamericano para el comercio en el año de 1927 es la referencia más antigua.

El primer terminal de videollamada que se creó en Alemania en 1936 con anterioridad a los Juegos Olímpicos. Algunas localidades alemanas estaban suministradas con las estaciones de videoteléfono, donde se realizaba videollamadas por pago. En 1940 el plan se cerró por la Segunda Guerra Mundial.(TRUECONF,2020)

Ya hace mucho tiempo, existe una tecnología que a ciencia cierta hayamos utilizado y es el VoIP. Para hacer llamadas y videollamadas a través de Internet. Hay diversas organizaciones como Skype, que acarrear años facilitando este tipo de servicios y da muy buen resultado.

En un estudio realizado con 5.500 propietarios de teléfonos inteligentes en EE.UU., Reino Unido, Japón y Brasil, Alcatel-Lucent ha mostrado cómo las nuevas tecnologías, los automóviles y los hogares conectados, y el Internet de las Cosas (IoT) cambiarán la forma en que utilizarán los servicios e interactuarán con sus dispositivos móviles en el futuro. (PRESS,2015)

También, más del 60 por ciento de los usuarios de teléfonos inteligentes en EE.UU., Reino Unido y Brasil están interesados en utilizar las llamadas de vídeo para interactuar con las empresas. Entre el 78 por ciento y el 97 por ciento de todos los encuestados contestaron que utilizarían servicios de llamadas a través de Wi-Fi si se lo ofreciera su proveedor de servicios. Disponer del servicio en áreas con escasa cobertura es la principal motivación en EE.UU, Reino Unido y Brasil, mientras que en Japón el factor principal es el ahorro de minutos de los planes de voz. (PRESS,2015) En consecuencia las organizaciones deben pensar en integrarse a la nueva manera de comunicarse y tener la capacidad de estos servicios.

#### 2.4.3.3 Evolución

Un paso muy grande de la evolución de las vídeo conferencias fue la aparición de los smartphones más conocido como teléfonos inteligentes que tenía acceso al internet. Se podrían realizar conexiones sólo utilizando audio e imagen simultáneamente. En la actualidad con tan solo apretar un botón podemos realizar este tipo de conexión con personas que estén al otro lado del mundo. Los proveedores de servicio tienen la difícil tarea de brindar un servicio de alta calidad de videollamadas.

Hoy la comunicación por video está disponible para todos. Usted no necesita ningún dispositivo adicional para hacer una videollamada - casi cualquier televisor, teléfono inteligente o computadora portátil moderna soportan videollamadas. Debido al uso generalizado de Internet las videollamadas son varias veces más baratas que la telefonía móvil.(TRUECONF,2020)

#### 2.4.3.4 Videollamada grupal

La videollamada grupal es una sesión de videoconferencia que incluye dos o más participantes. Dependiendo de las capacidades del sistema de videoconferencia, los usuarios pueden realizar varias conferencias grupales:(TRUECONF,2020)

- Todos pueden escucharse y verse (videoconferencia simétrica).(TRUECONF,2020)
- Todos pueden escuchar y ver varios oradores (videoconferencia basada en roles).(TRUECONF,2020)
- Todos pueden escuchar y ver solo al orador y no comunicarse entre sí (reuniones por videoconferencia).(TRUECONF,2020)
- El orador no puede ver ni escuchar a nadie, mientras que todos pueden ver y escuchar al orador (transmisión).(TRUECONF,2020)
- Todos pueden escuchar y ver los oradores que comienzan a hablar (conexión activada por voz).(TRUECONF,2020)

#### 2.4.4 Monitoreo en tiempo real de VoIP.

En la actualidad existen varias aplicaciones para monitorear una red y sus servicios.

##### ¿Qué hace un software de monitoreo de VoIP?

Un software de análisis y monitoreo de VoIP ayuda a monitorear las llamadas de voz en un sistema de VoIP para supervisar el uso de llamadas y analizar el rendimiento. (OPMANAGER,Software de monitoreo de tecnología VoIP con Cisco IP SLA)

Un instrumento de monitoreo de VoIP eficientemente ayuda a representar y descubrir las dificultades afines con llamadas IP en la red. A continuaciones algunas aplicaciones de monitoreo:

##### 2.4.4.1 Nagios



**Figura 11-2:** Logo de Nagios

Realizado por: PATACHE, L 2020

**Nagios** es un sistema de monitorización de redes ampliamente utilizado, de código abierto, que vigila los equipos (hardware) y servicios (software) que se especifiquen, alertando cuando el comportamiento de los mismos no sea el deseado. Entre sus características principales figuran la monitorización de servicios de red (SMTP, POP3, HTTP, SNMP...), la monitorización de los recursos de sistemas hardware (carga del procesador, uso de los discos, memoria, estado de los puertos...), independencia de sistemas operativos, posibilidad de monitorización remota mediante túneles SSL cifrados o SSH, y la posibilidad de programar plugins específicos para nuevos sistemas.

Ventajas

- Generación de alertas a correo, SMS.
- Monitoreo en tiempo real
- Soporte para redes corporativas
- Interfaz web
- Escalabilidad de configuración

## 2.5 IETF RFC<sup>5</sup> 3261

### 2.5.1 Definición

El Protocolo de inicio de sesión (SIP) es un control de capa de aplicación (señalización) protocolo para crear, modificar y finalizar sesiones con uno o más participantes. Estas sesiones incluyen Internet. conferencias multimedia, llamadas telefónicas por internet y multimedia distribución. Los miembros en una sesión pueden comunicarse a través de multidifusión o a través de una malla de relaciones unidifusión, o una combinación de estas.(SCHOOLER et al.,1999) este protocolo cumple el adicional para conferencias multimedia y el uso de las aplicaciones en tiempo real.

### 2.5.2 Características

- Diseñado para aplicaciones de internet.
- Está más orientado para multimedia.
- SIP está más contiguo a HTTP, ejemplar de red de paquetes. De cara al futuro.
- Transportan los paquetes haciendo uso de RTP.
- Protocolo más y más investigado para conferencias multimedia.

---

<sup>5</sup> Las RFC (*Request For Comments*, Peticiones de comentarios) son un conjunto de documentos que sirven de referencia para la comunidad de Internet, que describen, especifican y asisten en la implementación, estandarización y discusión de la mayoría de las normas, los estándares, las tecnologías y los protocolos relacionados con Internet y las redes en general.CCM. RFC (petición de comentarios) - CCM. In.

- Una mejor aceptabilidad para videoconferencia.

### 2.5.3 Estructura del estándar

- La capa más baja de SIP es su sintaxis y codificación. Su codificación es especificada utilizando una gramática de formulario Backus-Naur aumentada (BNF). (CAMARILLO et al.,2002)
- La segunda capa es la capa de transporte. Define como un cliente envía solicitudes y recibe respuestas y cómo recibe un servidor solicita y envía respuestas a través de la red. (CAMARILLO, ERICSSON, JOHNSTON, WORLDCOM, PETERSON, NEUSTAR, CHISPAS, DYNAMICSOFT, HANDLEY, ICIR, SCHOOLER AND AT&T,2002)
- La tercera capa es la capa de transacción. Las transacciones son un componente fundamental de SIP. Una transacción es una solicitud enviada por una transacción del cliente (usando la capa de transporte) a un servidor transacción, junto con todas las respuestas a esa solicitud enviadas desde transacción del servidor de vuelta al cliente. (CAMARILLO, ERICSSON, JOHNSTON, WORLDCOM, PETERSON, NEUSTAR, CHISPAS, DYNAMICSOFT, HANDLEY, ICIR, SCHOOLER AND AT&T,2002)
- La capa sobre la capa de transacción se llama usuario de transacción (TU<sup>6</sup>) Cada una de las entidades SIP, excepto el proxy sin estado es un usuario de la transacción Cuando una TU desea enviar una solicitud, crea una instancia de transacción del cliente y la pasa junto con la solicitud dirección IP de destino, puerto y transporte al que enviar la solicitud. (CAMARILLO, ERICSSON, JOHNSTON, WORLDCOM, PETERSON, NEUSTAR, CHISPAS, DYNAMICSOFT, HANDLEY, ICIR, SCHOOLER AND AT&T,2002)

## CAPITULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Introducción

En el presente capítulo se describe el desarrollo metodológico del Diseño e Implementación de una red VoIP con aplicaciones en tiempo real para el gobierno autónomo descentralizado del canto Guano.

---

<sup>6</sup> TU= terminal de usuario

Para el estudio de redes de VoIP y aplicaciones en tiempo real, se utilizará el tipo de investigación descriptiva e histórica. El cual se analizará conceptos de VoIP y la evolución de las videollamadas y video conferencia.

Para la identificación y el estudio de la infraestructura de la red perteneciente al GAD-GUANO, se usará el tipo de investigación analítica, aplicada y exploratoria, donde los conceptos de red nos ayudarán a identificar el tipo y cómo funciona la red. Así como los parámetros como ancho de banda serán fundamentales para el diseño al momento del diseño.

En el diseño de la red con los requerimientos del GAD-GUANO, se aplicará la investigación experimental y transversal, donde se emulará un diseño con una muestra pequeña para ver el comportamiento de la red y el funcionamiento, con un tiempo de emulación corto y mediano plazo.

Para la implementación de la red VoIP en el GAD-GUANO, se aplicará la investigación aplicada, lo cual se creará una PBX-IP con la configuración y requerimientos de la administración, para luego proceder a la conexión de teléfonos físico como virtuales.

La realización de pruebas de conectividad y calidad de llamadas de voz y video, se aplicará la investigación explicativa, experimental y analítica. Por lo tanto, se realizará llamadas solo de voz para el análisis de calidad, luego solo video llamadas para examinar la calidad del video. Y por último se realizará llamadas simultáneas tanto de voz y video para verificar el impacto que tiene el servicio de VoIP en la red.

Para el funcionamiento de nuestra red VoIP diseñada e implementada para el protocolo de inicio de sesión en la capa de aplicación está basado en el estándar IETF RFC 3261. El cual admite conferencias multimedia y video conferencias.

### **3.2 Infraestructura actual de la red del GAD-GUANO**

El ISP que provee el servicio de internet al GAD-GUANO es la Corporación Nacional de telecomunicaciones Riobamba por medio de FO<sup>7</sup> con un ancho de banda de 50Mbps, que se enlaza a un router Cisco 900 Series. El cual se conecta a un router MIKROTIK RB1100AHx2 (ver figura 1-3), donde salen las diferentes conexiones a los departamentos.

---

<sup>7</sup> FO= Fibra óptica



**Figura 1-3:** Router MİKROTIK RB1100AHx2

Realizado por MİKROTIK, 2020

Los departamentos se conectan mediante varios switch de marcas cisco SF 300 de 24 puertos (ver figura 2-3) y cisco SG200 de 26 puertos (ver figura 3-3), estos switch se encuentra en racks en algunas delegaciones del municipio donde se reparte las conexiones a todos los usuarios. La IP publica proporcionada del ISP es 186.47.86.2.



**Figura 2-3:** Switch cisco SF 300 de 24 puertos

Realizado por: Cisco, 2020



**Figura 3-3:** Switch SG-300 26 puertos

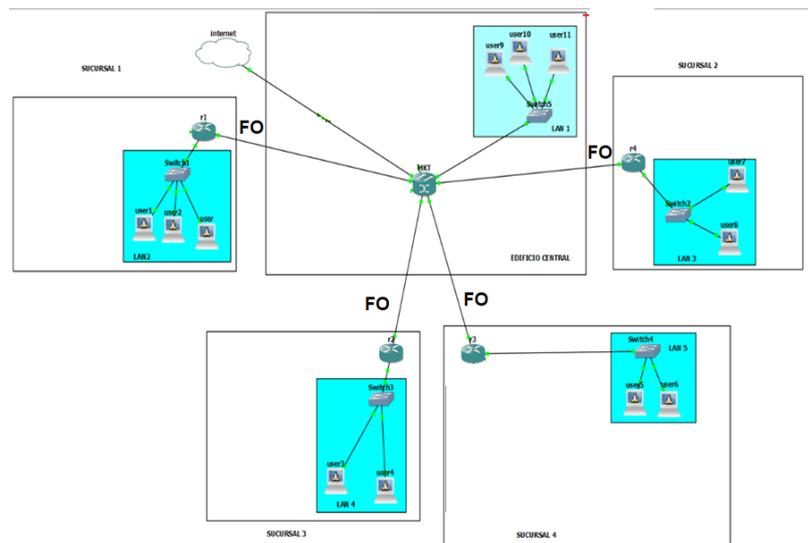
Realizado por: Cisco, 2020

Los pc de escritorio tienen direccionamiento estático y dinámico, de la red 192.168.10.0. el cual para la implementación se cambiará a direccionamiento dinámico. la red 192.168.2.0 se usa para impresoras.

En el municipio también se maneja una variedad de direcciones IP como 10.10.10.0 para conexiones wifi, la IP 5.0.0.0 para cámaras de seguridad.

Los enlaces son por medio de fibra óptica que conecta los edificios exteriores a la red principal que se encuentra en el edificio central, y tienen las siguientes direcciones IP 172.16.0.0 – 169.192.0.0. Al 90 % de usuarios de la red se le brinda un ancho de banda de 2 Mbps.

La sala de servidores, donde se encuentra todos estos dispositivos, están ubicado dentro de un armario rack, que se encuentra al 60% de capacidad en espacio. Como se puede observar en la figura 4-3 la infraestructura de red del municipio del cantón Guano.



**Figura 4-3:** Infraestructura del GAD-Guano

Realizador por: PATACHE, L 2020

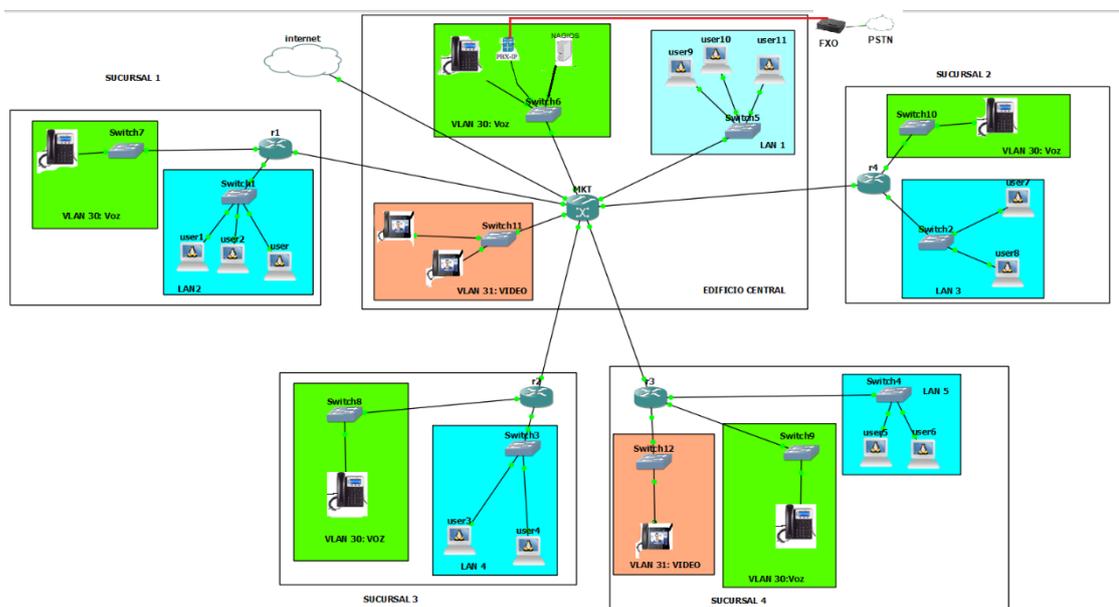
La red corporativa posee una infraestructura de red con cableado categoría 6-A, y tiene total convergencia, además con puntos dobles, el cual proporciona facilidad para la implementación, que permite conexión entre todas las oficinas del edificio central y sus oficinas exteriores por medio de VoIP. El cual contara con enlace para poder realizar y recibir llamadas por la red PSTN por medio de un Gateway FXO, con 6 líneas; las cuales 2 serán reservadas exclusivamente para recibir llamadas y 4 líneas para realizar llamadas desde cualquier extensión o departamento.

En la actualidad la institución cuenta con una central PSTN que enlaza 30 de 61 departamentos existentes de la institución. Lo cual se encuentra a un 50 % de poseer una comunicación total. Además, posee 14 líneas telefónicas de las cuales solo 6 ingresan a la central PSTN, y las 8 líneas sobrantes son aquellas que solicitaron los departamentos a la administración por la falta del servicio comunicación telefónica. Los cuales muchas delegaciones comparten el mismo número telefónico para su comunicación interno como externa.

Por consecuencia, la administración posee un gasto redundante en líneas telefónicas, con una comunicación entre delegaciones insatisfactoria y no viable. Teniendo una red IP totalmente funcional donde se puede implementar telefonía IP como solución de estos problemas.

La velocidad de transmisión entre edificios es de 100 Mbps.

### 3.3 Diseño de la red VoIP.



**Figura 5-3:** Diseño de la red VoIP

Realizador por: PATACHE, L 2020

Para el diseño de la red VoIP se aprovechará toda la infraestructura de red implementada eficaz y convergente en la institución. Para este diseño usaremos una PBX virtual que además será monitoreada por una aplicación en tiempo real. (ver figura 5-3),

#### 3.3.1 Requerimientos del GAD-Guano:

- Ancho de banda máximo 2 Mbps para la Vlan de video
- Ancho de banda máximo 3 Mbps para la Vlan de voz
- Conectividad entre cualquier dispositivo de usuario Final.
- Máximo 3 video llamadas simultaneas
- IVR
- Traslación de llamadas.
- Opción de llamada de espera.
- Salida de llamadas hacia la red PSTN por medio de un dial plan.
- Videoconferencia

- Monitoreo

Se limito el video llamadas por solo se va a adquirir 3 video teléfonos IP.

### 3.3.2 Análisis Comparativo entre PBX-IP virtuales

**Tabla 1-3:** Características de PBX IP virtuales

Características	Asterisk	Elastix	Issabel
Disponibilidad	Si	Si	si
Simplicidad	Si	Si	Si
Estabilidad	SI	Si	Si
Video	SI	SI	Si
Combinación con aplicaciones en tiempo real	Solo con ciertas aplicaciones	Si	Solo con ciertas aplicaciones
Capacidad	5000	5000	5000
Costo	Libre	Libre-pagado	libre

Realizado por: PATACHE L,2020

En la tabla 1-3 se encuentra las características generales, donde el requisito obligatorio para el proyecto es la facilidad de funcionamiento e implementación de aplicaciones en tiempo real con la PBX.

**Tabla 2-3:** Funciones de PBX IP

Funciones	Asterisk	Elastix	Issabel
Llamada en espera	Si	Si	Si
Conferencia	Si	Si	Si
Transferencia de llamadas	Si	Si	Si
Colas de llamada	Si	Si	Si
Escalable	Si	Si	Si
Plataformas Soportadas	Linux-Windows y MAC	Linux-Windows y MAC	Linux
Compatibilidad con Softphone	Solo con ciertos Softphone	Si	Si
Seguridad	Depende de la configuración	Si	Si
Interfaz Grafica	Si	Si	Si
Video llamada	Si	Si	Si

<b>Plugin adicional</b>	No	Si (VP8)	No
-------------------------	----	----------	----

Realizado por: PATACHE, L 2020

¿Qué PBX IP permite videollamadas IP desde un celular?

Todos los PBX permiten videollamadas desde cualquier dispositivo de usuario final, pero Elastix posee un plugin adicional implementado por defecto “VP8” que permite realizar videollamadas desde aplicaciones instalados en celulares.

### 3.3.3 Dial plan

El plan de marcación de las extensiones será definido por el edificio, el departamento, numero de usuario en el departamento.

0000= el primer “0” será el número de edificio y los siguiente “00” del departamento y el ultimo “0” el número de usuarios que tendrán acceso al servicio de VoIP sea por teléfono IP o softphone.

**Tabla 3-3:** Configuración de las extensiones

<b>Edificio central</b>	<b>numero de departamento</b>	<b>numero de usuario</b>		<b>EXT. PRINCIPAL</b>
1				
Contabilidad	01	3	101X	1011
Tesorería	02	2	102X	1021
Financiero	03	2	103X	1031
Obras publicas	04	2	104X	1041
Rentas	05	2	105X	1051
Registro de la propiedad	06	2	106X	1061
Evalúas y catastros	07	3	107X	1071
Talento humano	08	1	108X	1081
Recaudación de predios	09	3	109X	1091
Sindicatura	10	1	110X	1101
Compras publicas	11	1	111X	1111
TICS	12	2	112X	1121
Archivo	13	3	113X	1131
Mecánica	14	3	114X	1141
Presupuesto	15	1	115X	1151
Alcaldía	16	1	116X	1161
Sala de concejales	17	1	117X	1171
	total	33		
<b>Edificio 2</b>	<b>número de departamento</b>	<b>número de usuario</b>		<b>EXTENSIÓN PRINCIPAL</b>
2				
Gestión de riesgos	01	2	201X	2011
Coactivas	02	1	202X	2021
Seguridad ciudadana	03	1	203X	2031
Junta de protección de derechos	04	2	204X	2041

Consejo de protección de derechos	05	1	205X	2051
Comisaria	06	2	206X	2061
Proyectos	07	1	207X	2071
Dirección de ambiente	08	2	208X	2081
Transporte y maquinaria	09	1	209X	2091
Banda municipal	10	1	210X	2101
	total	14		
<b>Edificio 3</b>	<b>número de departamento</b>	<b>número de usuario</b>		<b>EXTENSIÓN PRINCIPAL</b>
3				
Seguridad y ocupacional	01	2	301X	3011
Comunicación social	02	2	302X	3021
	total	4		
<b>Edificio 4</b>	<b>número de departamento</b>	<b>número de usuario</b>		<b>EXTENSIÓN PRINCIPAL</b>
4				
Tránsito	01	2	401X	4011
Dirección de desarrollo económico local y social	02	2	402X	4021
Fisioterapia	03	2	403X	4031
	total	6		
<b>Edificio 5</b>	<b>número de departamento</b>	<b>Número de usuario</b>		<b>EXTENSIÓN PRINCIPAL</b>
5				
Activos fijos	01	2	501X	5011
Bodega	02	2	502X	5021
	total	4		

Realizado por: PATACHE L,2020

Total de extensiones 61 y 34 Departamentos

Las extensiones principales serán usadas en un IVR que se activara cuando ingrese una llamada exterior de la red PSTN.

### 3.3.4 Aplicaciones en tiempo real efectuadas en la central VoIP

#### 3.3.4.1 IVR

El servicio de voz interactiva solo se iniciará cuando ingrese llamadas desde la PSTN a nuestra PBX-IP, en la Tabla 4-3 se muestra las opciones que se digitará el usuario dentro del IVR para comunicarse al departamento asignado.

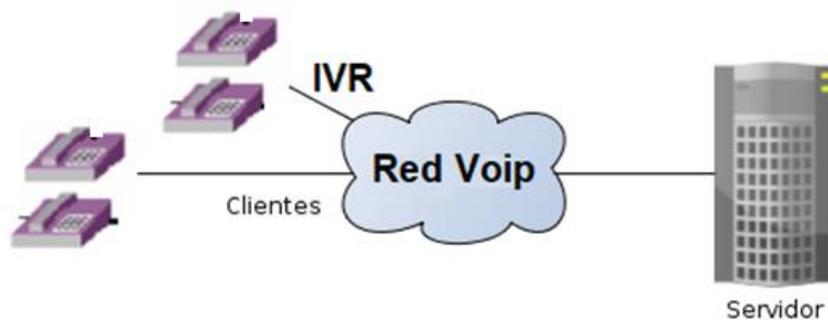
**Tabla 4-3:** Opciones del IVR

<b>EXT. PRINCIPAL</b>	<b>Edificio central</b>	<b>opción</b>
1011	Contabilidad	1
1021	Tesorería	2
1031	Financiero	3
1041	Obras publicas	4
1051	Rentas	5
1061	Registro de la propiedad	6
1071	Evalúas y catastros	7
1081	Talento humano	8
1091	Recaudación de predios	9
1101	Sindicatura	10
1111	Compras publicas	11
1121	TICS	12
1131	Archivo	13
1141	Mecánica	14
1151	Presupuesto	15
1161	Alcaldía	16
1171	Sala de concejales	17
<b>EXTENSIÓN PRINCIPAL</b>	<b>Edificio 2</b>	<b>opción</b>
2011	Gestión de riesgos	18
2021	Coactivas	19
2031	Seguridad ciudadana	20
2041	Junta de protección de derechos	21
2051	Consejo de protección de derechos	22
2061	Comisaria	23
2071	Proyectos	24
2081	Dirección de ambiente	25

2091	Transporte y maquinaria	26
2101	Banda municipal	27
EXTENSIÓN PRINCIPAL	Edificio 3	opción
3011	Seguridad y ocupacional	28
3021	Comunicación social	29
EXTENSIÓN PRINCIPAL	Edificio 4	opción
4011	Tránsito	30
4021	Dirección de desarrollo económico local y social	31
4031	Fisioterapia	32
EXTENSIÓN PRINCIPAL	Edificio 5	opción
5011	Activos fijos	33
5021	Bodega	34

Realizado por: PATACHE. L 2020

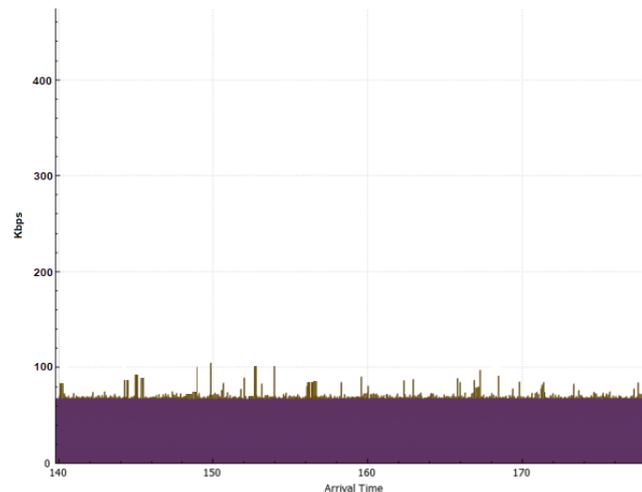
Además, se conectó con la base de datos para poder generar información sobre los pagos de diferentes servicios entre otros.



**Figura 6-3:** Aplicación en tiempo Real

Realizado por: PATACHE, L 2020

El servicio de IVR permite, conectarse al servidor de la base de datos el cual permite consultar sobre el monto a pagar de los diferentes servicios del municipio. Como se puede ver en la figura 6-3 El cliente realiza la llamada de cualquier línea PSTN y automáticamente el servicio de IVR le ofrece las diferentes opciones el usuario puede acceder.



**Gráfico 1-3:** Ancho de banda usado por la aplicación en tiempo real

Realizado por: PATACHE, L 2020

El ancho de banda que usa la aplicación en tiempo real es igual al ancho de banda que utiliza una llamada de voz IP, como se puede ver en grafico 1-3

#### 3.3.4.2 Video llamada

La central VoIP incluirá el servicio de video llamada, permitirá realizar reuniones virtuales en resultado un ahorro enorme de tiempo laboral.

Con un ancho de banda de 2mb por usuario conectado.

#### 3.3.4.3 Análisis comparativo de aplicaciones de monitoreo en tiempo real

Característica de la aplicación de monitoreo en tiempo real requerido:

- Interfaz web
- Compatibilidad con redes corporativas
- La capacidad de notificar sobre servicios y problemas de red
- La habilidad de generar reportes sobre la red
- Licencia libre
- La facilitada de monitorear cualquier servicio.
- Compatibilidad de plugin adicionales

**Tabla 5-3:** Tabla comparativa de aplicaciones de monitoreo en tiempo real

Características	Munit	Nagios	VQmanager	Hobbit
Interfaz web	Si	Si	Si	Si
Alertas y avisos	No	Si	No	Si
Cuantiosa información en la red	Si	Si	No	No
Licencia libre	Si	Si	No	Si
Esquemas estadísticos	Si	Si	Si	Si
Reportes	No	Si	Si	No
Usado para redes Corporativas	Si	Si	No	No
Compatibilidad con plugin adicionales	No	Si	No	Si
Versión pagada	No	Si	No	No
Monitoreo simultaneo (servicios, aplicaciones, infraestructura de red)	No	Si	No	No
Escalabilidad de configuración	Si	Si	Si	Si

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la tabla 5-3 observamos una comparación entre las aplicaciones de monitoreo en tiempo real, más comunes en el mercado. Que se muestran a Nagios muy superior y cumpliendo con los requisitos solicitados por la administración.

#### 3.3.4.4 Conferencia VoIP

Las conferencias causan una asistencia entre dispositivos y usuarios, el GAD-Guano poseen empleados ubicados en diferentes edificios o miembros de departamentos distribuidos por varias oficinas, el cual requieren la facilidad de realizar conferencias VoIP, para reuniones extraordinarias.

#### 3.3.5 Enlace Trunk.

Se habilitará un Gateway FXO para comunicar el servidor VoIP a la red PSTN que poseerán diferentes códigos para los diversos tipos de llamadas. En la tabla 6-4 se muestra el plan de marcación que se usará para las diferentes llamadas con su código de acceso, como también la duración de la llamada.

**Tabla 6-3:** Plan de marcación

Tipo	Prepend	Prefix	Match Pattern	Duración
Local		2	xxxxxxx	5 min
Regional		3	xxxxxxxxx	3 min
Celular	*	1	09xxxxxxxx	2 min
Internacional	#	5	Xxxxxxxxx	1 min

Realizado por: PATACHE, L 2020

### 3.3.6 Dispositivos de usuario final

#### 3.3.6.1 Teléfono IP

Grandstream GXP 1610, características:

- Bajo costo
- 1 cuenta SIP
- Seguridad TLS/SRTP/HTTPS
- Conferencia
- PoE
- 2 puertos LAN 100 Mbps
- Códec de audio G7.11

EL GAD de Guano lo adquirió por su costo, bajo anteriormente.

#### 3.3.6.2 Softphone

Aquí una lista de los softphone gratuitos más conocidos en el mercado:

- 3CX
- Bria
- Xlite
- PortSip

Estos Softphone tienen la capacidad de realizar videollamadas IP sin adquirir la versión comercial. Y con las mismas características de un teléfono IP físico.

### 3.4 Implementación la red VoIP en el GAD-GUANO.

#### 3.4.1 Servidor Elastix

Para la implementación primero montaremos nuestro servidor Elastix. (ver anexo1)

## **Servidor Elastix**

### Hardware

- Procesador: Intel I5 séptima generación
- 4 Gb de RAM
- Almacenamiento 40 Gb

### Software

- Elastix 2.5
- SO: Proxmox

Para la implementación el servidor Elastix se le asignó un IP fija 192.168.2.119 que usará para poder acceder al servidor y realizar las configuraciones. Toda la red del GAD-Guano está totalmente ruteada y conectividad entre los edificios que forman parte del municipio del cantón.

- Usuarios

Con nuestro dial plan definido procedemos a la creación de las extensiones usando la información de la tabla 2-3. El cual será una cuenta SIP para dispositivo de usuario final, que puede ser: teléfono IP, adaptador IP, o softphone tanto para pc y celular.

Además, contará con la asistencia del servicio IVR para el tratamiento de una llamada proveniente de la red PSTN (ver anexo2).

- Gateway a la red PSTN

La configuración dentro del servidor VoIP para habilitar un Gateway se puede ver en el anexo c, donde los parámetros serán de acuerdo con el proyecto. Y el número de líneas telefónicas disponibles.

- Activación de videollamada

En el anexo d es una guía para poder activar la video llamada. Sin olvidar de incluir el códec utilizado actualmente por los celulares que es VP8 y video teléfonos IP es H.264

Las video llamadas son limitadas por tanto el departamento de sistemas y redes, solo requiere video llamadas.

### **3.4.2 Puerto FXO y configuración de cuenta SIP**

Existen varios dispositivos que nos permiten conectar un servidor VoIP con la red PSTN, donde poseen puertos fxo se permite conectar terminales rj-11, lo que indica que mientras más puertos fxo existan habrá más disponibilidad de líneas PSTN para realizar y recibir llamadas locales, nacionales, internacional y celular.

En el anexo e podemos observar una configuración de un Gateway fxo como también la configuración y activación de una cuenta SIP en un teléfono IP para la integración dentro de nuestro servicio de VoIP.

### 3.4.3 Nagios

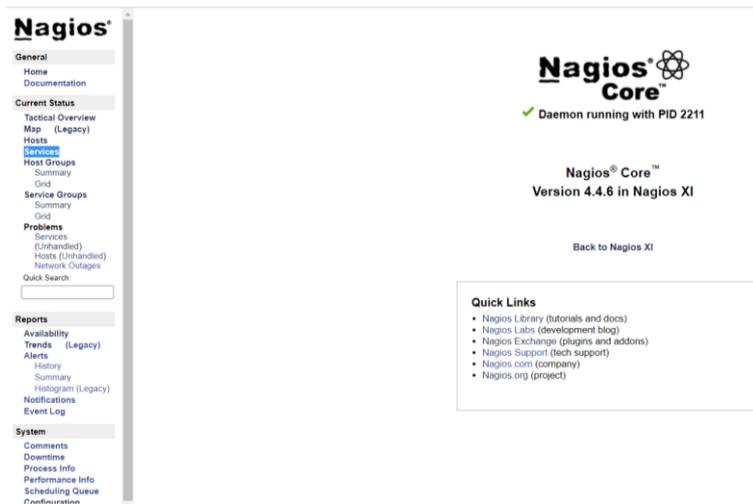
#### Software

- Nagios core 4.4.6
- Centos 7
- Soporte para apache, php, gcc compiler
- Nagios plugins 2.3.3
- NRPE 4.0.3

#### Hardware

- Procesador: Intel I3 séptima generación
- 4 Gb de RAM
- Almacenamiento 20 GB SSD

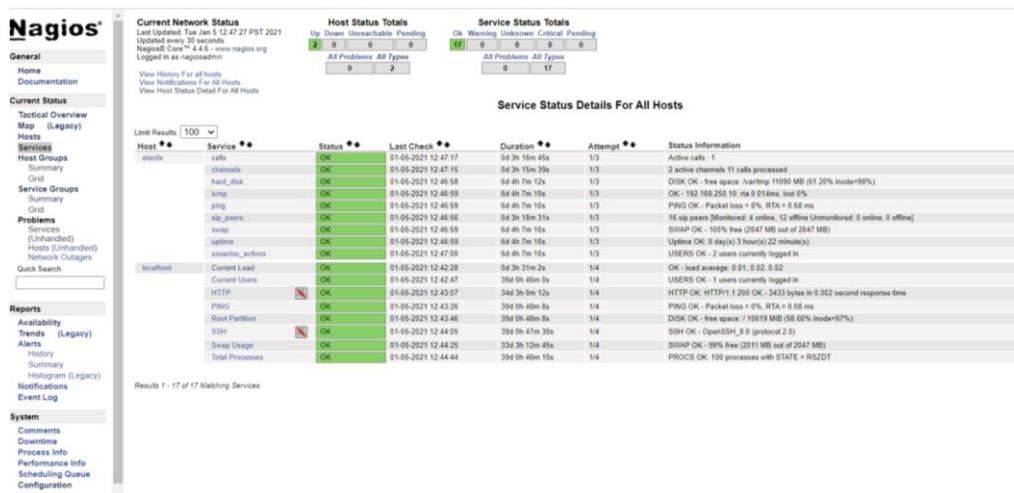
Luego de la instalación, configuración de nagios (ver anexo d) y la unión con nuestro servidor Elastix. Accedemos a la interfaz web de nagios como se puede ver en la figura 7-3.



**Figura 7-3:** Interfaz web de NAGIOS

Realizado por: PATAACHE, L 2020

Luego de la configuración y enlazar nuestro servidor nagios con nuestro servidor Elastix.



**Figura 8-3:** Hosts monitoreados por nagios

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 8-3 se puede observar la aplicación nagios monitoreando su propia maquina llamada localhost y a nuestro servidor Elastix que monitorea en tiempo real 9 servicios, de los cuales los más importantes son:

- Calls: muestra el número de llamadas activas
- Channels: revela el número de canales usados por las llamadas VoIP
- Sip\_peers: monitorea la cantidad de cuentas SIP disponibles dentro del servidor VoIP, y el número de cuentas activas e inactivas
- Up time: muestra el tiempo que está activo el servidor Elastix
- ICMP: proporciona la información de la comunicación de control de nuestro servidor Elastix

### 3.4.4 Implementación de Aplicaciones de videollamada

Existen muchas aplicaciones en tiempo real para videollamadas tanto para un computador y un celular o Tablet, la única diferencia entre aplicaciones gratis y pagadas, son las funcionalidades de cada aplicación, como video llamada, video conferencia, conferencia IP entre otros.

La implementación para la videoconferencia se realiza con softphone, para pc existen dos que permite de forma gratuita el servicio de videoconferencia, 3CX. Para celular o Tablet la aplicación con la misma facilidad para videoconferencia es PortSip.

El cual, posteriormente se realiza pruebas de llamadas IP de voz y video.

### 3.4.5 Calidad de servicio para VoIP

En las normas ITU-T P.800; muestra los valores máximos y mínimos de los 3 parámetros más importantes para brindar una buena calidad de servicio para VoIP.

#### 3.4.5.1 Parámetros de calidad

**Tabla 7-3:** Parámetros de calidad de servicio VoIP

Parámetro de calidad VoIP	Optimo	Satisfactorio	Tolerable	Deficiente
Perdida de paquetes (%)	$P < 0.1$	$0.1 = < P < 0.5$	$0.5 = < P < 1.5$	$P > 1.5$
Latencia (ms)	$Tl < 50$	$50 = < Tl < 150$	$150 = < Tl < 300$	$Tl > 300$
Jitter (ms)	$Tj < 10$	$10 = < Tj < 20$	$20 = < Tj < 50$	$Tj > 50$

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la tabla 7-3 observamos rangos establecidos para medir la calidad de servicio dentro del GAD-Guano. El cual asignamos valores numéricos para las escalas de calificación. Optimo =1; Satisfactorio =2; Tolerable=3; Deficiente=4; Malo=5; Inaceptable=6.

**Tabla 8-3:** Escala MOS

Mean Opinion Score (MOS)	Jitter	latencia	Perdida de paquetes
<b>Optimo</b>	1	1	1
<b>Satisfactorio</b>	1	2	2
<b>Satisfactorio</b>	2	1	2
<b>Satisfactorio</b>	2	2	1
<b>Tolerable</b>	2	2	2
<b>Tolerable</b>	2	2	3
<b>Tolerable</b>	2	3	2
<b>Tolerable</b>	3	2	2
<b>Deficiente</b>	3	2	3
<b>Deficiente</b>	3	3	2
<b>Deficiente</b>	2	3	3
<b>Deficiente</b>	3	3	3
<b>Deficiente</b>	4	3	3

<b>Deficiente</b>	3	4	3
<b>Deficiente</b>	3	3	4
<b>Malo</b>	4	4	3
<b>Malo</b>	4	3	4
<b>Malo</b>	3	4	4
<b>Inaceptable</b>	4	4	4

Realizado por: PATACHE, L 2020

Con los diferentes valores que pueden tomar los 3 parámetros para evaluar, el valor de MOS cambia (ver tabla 8-3)

### 3.4.5.2 Ancho de banda

En ancho de banda establece la tasa máxima de transferencia, en la tabla 9-3 se ve el ancho de banda utilizado por los diferentes CODEC.

**Tabla 9-3:** Ancho de banda por CODEC

<b>Códec de audio</b>	<b>Ancho de banda (Kbps)</b>
<b>G.711</b>	<b>80 - 116.8</b>
<b>G.729</b>	25.6 - 60.8
<b>G.723</b>	22.9 - 32.7
<b>AMR</b>	27.95 - 35.4
<b>iLBC</b>	28.8 - 38.4
<b>Códec de video</b>	<b>Ancho de banda (Kbps)</b>
<b>H.264</b>	<b>500-3000</b>
<b>H.263</b>	400-1000
<b>H.261</b>	300-800
<b>VP8</b>	<b>500-3000</b>

Realizado por: PATACHE, L 2020.

Por tanto, el códec de audio a utilizar es G.711 por las características del teléfono IP adquirido por el GAD-Guano, Es un estándar de codificación de audio gratuito. Es uno de los más usados, en: A-law para Europa y el resto del mundo, y u-law para Estados Unidos y Japón, también conocidas como PCMA y PCMU. Su principal característica es que no utiliza compresión, gracias a ello ofrece la más alta calidad de voz para ambos extremos.

El Códec H.264, también conocido como MPEG-4 AVC. Este es el más famoso y eficiente de todos, ya que otorga una compresión extrema con una pérdida mínima de calidad. Además, soporta resoluciones desde 320 x 180 hasta 3840 x 2160, lo que significa UHD.

Para la prueba de video llamadas se usó un teléfono IP de video GRANDSTREAM GXV3175, que tiene una resolución 1024×600, el cual el códec H.264 es ideal para su correcto funcionamiento

VP8 es una especificación para codificar y decodificar video y audio de alta definición tanto como un archivo como un flujo de bits para visualizar, usado para celulares, y varios softphone.

### 3.5 MOS

Es una variable dependiente referente a la calidad sistemas de VoIP, el cual el usuario tiene participación dentro de la medición.

**Tabla 10-3:** Mean Opinion Score

MOS	Descripción	Comentario
1	Optimo	Beneficiario ejecuta la llamada normalmente de voz y video
2	Satisfactorio	Beneficiario ejecuta la llamada normalmente de voz y video
3	Tolerable	Beneficiario ejecuta la llamada normalmente de voz y video
4	Deficiente	Beneficiario Molesto, por retardo de 1 a 2 segundos de voz y video pixelado
5	Malo	Beneficiario Muy Molesto, por retardo de 2 a 3 segundos de voz y el video pixelado y congelado en varios instantes
6	Inaceptable	Beneficiario muy Irritado, por retardo más de 3 segundos de voz y el video muy pixelado con la imagen congelada

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la tabla 10-3 observamos la escala de calificación de MOS que nos ayudara para poder calificar el servicio de VoIP, con la valoración dado por el usuario

### 3.6 Funcionamiento y recolección de datos

#### 3.6.1 Prueba de funcionamiento de Nagios

Una vez instalado, configurado y enlazado con Elastix verificaremos si nuestro servidor nagios nos alerta sobre cualquier incidente sobre nuestro servidor VoIP

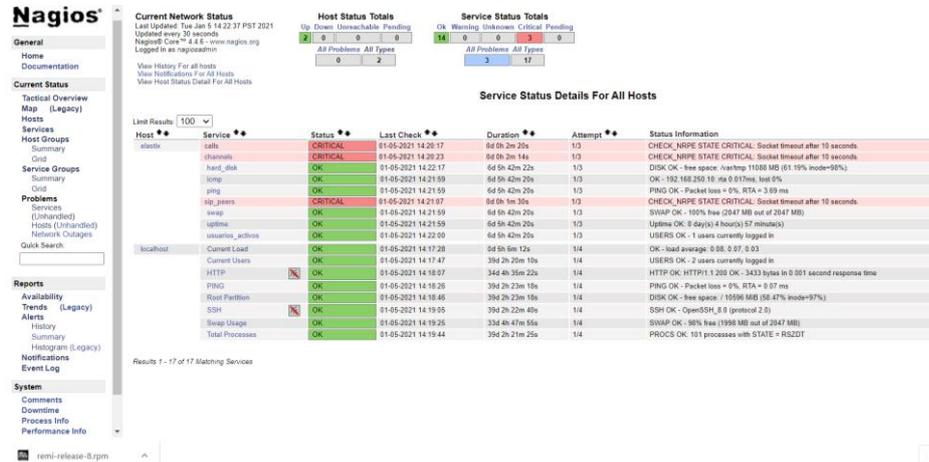


Figura 9-3: Prueba de nagios

Realizado por: PATAACHE, L 2020

A nuestro servidor Elastix realizamos fallas intencionalmente, para verificar si nuestra aplicación nagios la detecta, como observamos en la figura 9-3 es revelado 3 errores de todos los servicios monitoreados, el cual son calls, channels, y SIP peers.

El tiempo de monitoreo es configurable, para este proyecto cada servicio se monitorea cada 10 segundos, y la actualización de la interfaz web es de 30 segundos.

La ventaja de usar nagios como aplicación de monitoreo, es la capacidad de enviar notificaciones vía SMS y correo. Para el proyecto las notificaciones se envían por correo.

#### 3.6.2 Prueba de conectividad

Cada vez que un usuario accede a su cuenta SIP correspondiente, nagios nos mostrara si dicha cuenta esta registrada y conectada a nuestro servidor Elastix.

Host	Service	Status	Last Check	Duration	Attempt	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 14:42:09	0d 0h 32m 11s	1/3	Active calls : 4
elastix	channels	OK	01-06-2021 14:42:07	0d 0h 31m 49s	1/3	8 active channels 4 active calls 31 calls processed
elastix	hard_disk	OK	01-06-2021 14:42:11	7d 6h 2m 2s	1/3	DISK OK - free space: /var/tmp 11164 MB (61.61% inode=98%):
elastix	icmp	OK	01-06-2021 14:41:15	7d 6h 2m 0s	1/3	OK - 192.168.250.10: rta 0.017ms, lost 0%
elastix	ping	OK	01-06-2021 14:41:24	0d 4h 29m 57s	1/3	PING OK - Packet loss = 0%, RTA = 0.47 ms
elastix	sip_peers	OK	01-06-2021 14:42:06	0d 0h 31m 38s	1/3	16 sip peers [Monitored: 9 online, 7 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
elastix	swap	OK	01-06-2021 14:41:14	7d 6h 2m 0s	1/3	SWAP OK - 100% free (2047 MB out of 2047 MB)
elastix	uptime	OK	01-06-2021 14:41:14	7d 6h 2m 0s	1/3	Uptime OK: 0 day(s) 5 hour(s) 26 minute(s)
elastix	usuarios_activos	OK	01-06-2021 14:41:13	7d 6h 2m 0s	1/3	USERS OK - 2 users currently logged in

Figura 10-3: Monitoreo de usuarios conectados

Realizado por: PATAACHE, L 2020

En la figura 10-3 nos indica 9 usuarios conectados y listos para realizar llamadas IP de voz y video, como también 7 cuentas SIP disponibles para conectarse al servidor VoIP.

### 3.6.3 Procedimiento de Recolección de muestras

Luego de tener conectividad de todos los dispositivos con cuentas SIP registradas en nuestro servidor VoIP debemos verificar el funcionamiento correcto de llamadas IP de voz y video.

#### 3.6.3.1 Cálculo de la muestra

**Tabla 11-3:** Número de llamadas en diferentes instituciones

Instituciones	Número de llamadas
NEYMATEX	30
GAD-RIOBAMA	130
GAD-CHAMBO	55
GAD-GUAMOTE	35

Realizado por: PATACHE. L 2020

El cálculo de la muestra se realizó de una población de 61 llamadas, lo cual es un promedio de llamadas IP que se realizan en día. Promedio que fue consultado de otros GAD municipales y de ciertas empresas que tiene un sistema similar. (ver tabla 11-3)

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

**n:** tamaño de la muestra

**N:** población=61

**p:** probabilidad de éxito, o proporción esperada =95%

**q:** probabilidad de fracaso= 5%

**e:** precisión, error de estimación máximo aceptado=12%

**Z:** nivel de confianza=80%

$$n = \frac{61 * (1,280)^2 * 0.95 * 0.05}{(0,12)^2 (61 - 1) + (1,280)^2 * 0.95 * 0,05}$$

$$n = 5,04$$

Una vez implementado el diseño de la red VoIP, con el número de muestras procedió a la medición. Además, las mediciones se realizaron entre todo el edificio a lo que se refiere llamadas de voz, en el caso de las video llamadas se realizó entre el edificio central y el edificio ANT, donde se propone tener los 3 video teléfonos IP.

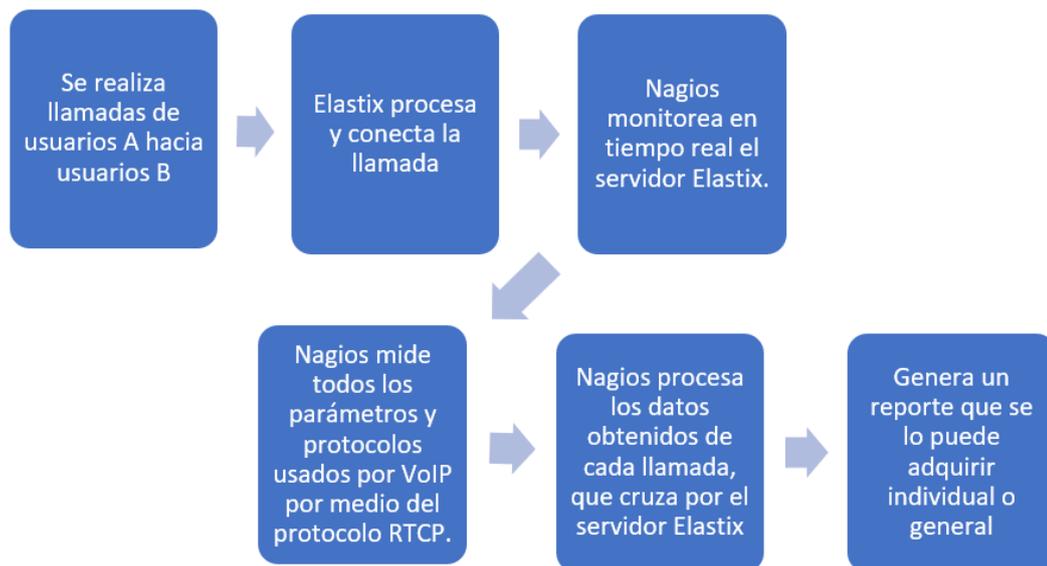
Host **	Service **	Status **	Last Check **	Duration **	Attempt **	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 10:23:08	0d 0h 10m 44s	1/3	Active calls: 0
	channels	OK	01-06-2021 10:23:09	0d 0h 10m 56s	1/3	0 active channels 0 active calls 4 calls processed
	hard_disk	OK	01-06-2021 10:23:11	7d 1h 43m 1s	1/3	DISK OK - free space: /var/tmp 11169 MB (61.63% inode=98%)
	icmp	OK	01-06-2021 10:22:13	7d 1h 42m 59s	1/3	OK - 192.168.250.10: rta 0.014ms, lost 0%
	ping	OK	01-06-2021 10:22:24	0d 0h 10m 56s	1/3	PING OK - Packet loss = 0%, RTA = 0.49 ms
	slp_peers	OK	01-06-2021 10:22:55	0d 1h 4m 48s	1/3	16 slp peers [Monitored: 6 online, 10 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
	swap	OK	01-06-2021 10:22:14	7d 1h 42m 59s	1/3	SWAP OK - 100% free (2047 MB out of 2047 MB)
	uptime	OK	01-06-2021 10:22:13	7d 1h 42m 59s	1/3	Uptime OK - 0 day(s) 1 hour(s) 7 minute(s)
	usuarios_activos	OK	01-06-2021 10:22:13	7d 1h 42m 59s	1/3	USERS OK - 3 users currently logged in

**Figura 11-3:** Monitoreo de llamadas

Realizado por: PATACHE, L 2020

Nagios nos permite monitorear el número de llamadas activas en tiempo real. Como también el número de canales usados, y un total de llamadas procesadas por nuestro servidor VoIP desde el inicio de su funcionamiento. Ver figura 11-3

Para la recolección de datos, se adiciono el plugin RTCP a nagios y Elastix a continuación los pasos que se prosiguió para obtener las muestras tanto para las llamadas de audio y video.

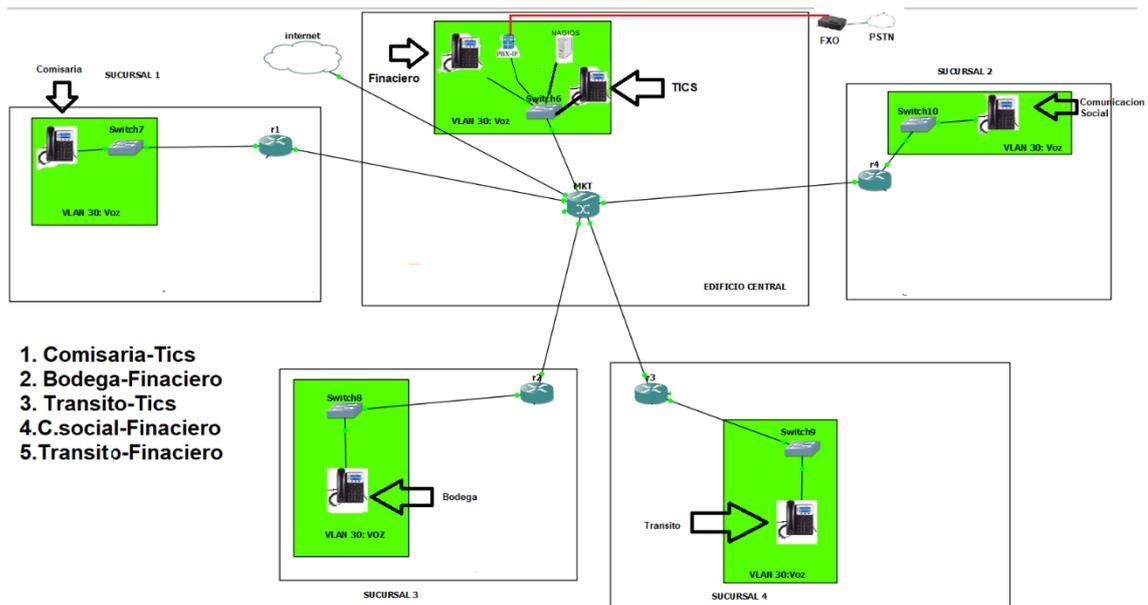


**Figura 12-3:** Procedimiento de recolección de muestras

Realizado por: PATACHE, L 2020

### 3.6.4 Recolección de muestras de llamadas IP de voz

Para verificar el funcionamiento de llamadas de voz, realizamos hasta 5 llamadas simultaneas para la toma de datos para cuantificar el QoS.



**Figura 13-3:** Escenario de prueba de llamada de voz

Realizado por: PATACHE, L 2020

El escenario de prueba (ver figura 13-3), se trabajó con los siguientes lineamientos:

- Ancho de banda 3 Mbps
- Códec de audio G 7.11
- Asignación de la Vlan 30 para llamadas de voz
- Utilización de teléfonos Grandstream 1610

### 3.6.4.1 Prueba de una llamada

Host **	Service **	Status **	Last Check **	Duration **	Attempt **	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 13:53:47	0d 3h 41m 33s	1/3	Active calls : 1
	channels	OK	01-06-2021 13:53:51	0d 3h 41m 45s	1/3	2 active channels 15 calls processed

**Figura 14-3:** Monitoreo de una llamada 1 activa en tiempo real

Realizado por: PATACHE, L 2020

Al momento de realizar una llamada, nagios inmediatamente la monitorea, (ver figura 14-3) el cual nos permite tomar varios datos importantes para asegurar la calidad de la llamada como son: latencia, Jitter, paquetes perdido y ancho de banda.

```

Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0
Highest sequence number: 33356
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 1
Last SR(our NTP): 45040.792360830569021440
DLSR: 1.4122 (sec)
RTT: 0.0035(sec)

```

**Figura 15-3:** Medición de 1-1 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 15-3, nos indica los siguientes valores. Y todas las llamadas de voz hacen uso del códec G.711

Packet lost=0%

RTT (latencia) =3.5ms

Jitter=1ms

Códec utilizado=G.711

### 3.6.4.2 Prueba de dos llamadas simultaneas

Host **	Service **	Status **	Last Check **	Duration **	Attempt **	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 14:13:30	0d 0h 3m 29s	1/3	Active calls : 2
	channels	OK	01-06-2021 14:13:30	0d 0h 3m 7s	1/3	4 active channels 2 active calls 18 calls processed

**Figura 16-3:** Monitoreo de 2 llamadas simultaneas

Realizado por: PATACHE, L 2020

Nagios muestra 2 llamadas activas, con 4 canales activos (ver figura 16-3)

```
SSRC of sender: 871460822
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0
Highest sequence number: 53877
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 1
Last SR(our NTP): 45812.805935293482926080
DLSR: 1.5258 (sec)
RTT: 0.0055(sec)
```

**Figura 17-3:** Medición de 1-3 llamadas

Realizada por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1638951553
Fraction lost: 1
Packets lost so far: 0
Highest sequence number: 46498
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 1
Last SR(our NTP): 46267.813953705635217408
DLSR: 1.2641 (sec)
RTT: 0.0030(sec)
```

**Figura 18-3:** Medición de 2-3 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

Los parámetros de las dos llamadas se las puede ver en la figura 17-3 y figura 18-3

**Primera llamada:**

Packet lost=0%

RTT (latencia) =5.5ms

Jitter=1ms

Códec utilizado=G.711

**Segunda llamada:**

Packet lost=0%

RTT (latencia) =3 ms

Jitter=1ms

Códec utilizado=G.711

### 3.6.4.3 Prueba de tres llamadas simultaneas

Host	Service	Status	Last Check	Duration	Attempt	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 14:22:51	0d 0h 12m 47s	1/3	Active calls : 3
	channels	OK	01-06-2021 14:22:48	0d 0h 12m 25s	1/3	6 active channels 3 active calls 22 calls processed

**Figura 19-3:** Monitoreo de 3 llamadas simultaneas

Realizado por: PATACHE, L 2020

Nagios muestra 3 llamadas activas, con 6 canales activos (ver figura 19-3)

```
SSRC of sender: 2734910433
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0
Highest sequence number: 15183
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 1
Last SR(our NTP): 46661.820883162652475392
DLSR: 1.9568 (sec)
RTT: 0.0028(sec)
```

**Figura 20-3:** Medición de 1-3 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 3454575021
Fraction lost: 3
Packets lost so far: 0.1
Highest sequence number: 27310
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 10
Last SR(our NTP): 46660.820853193981296640
DLSR: 4.1783 (sec)
RTT: 0.0407(sec)
```

**Figura 21-3:** Medición de 2-3 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 502455225
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.04
Highest sequence number: 18882
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 8
Last SR(our NTP): 46665.820952336590438400
DLSR: 2.8884 (sec)
RTT: 0.0034(sec)
```

**Figura 22-3:** Medición de 3-3 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

Los parámetros de las tres llamadas se las puede ver en la figura 20-3, figura 21-3, y figura 22-3

**Primera llamada:**

Packet lost=0%

RTT (latencia) =2.8 ms

Jitter=1ms

Códec utilizado=G.711

**Segunda llamada:**

Packet lost=0.1 %

RTT (latencia) =40.7 ms

Jitter=10 ms

Códec utilizado=G.711

**Tercera llamada:**

Packet lost=0.04 %

RTT (latencia) =3.4 ms

Jitter=8 ms

Códec utilizado=G.711

### 1.1.1.1 Prueba de cuatro llamadas simultaneas

Host	Service	Status	Last Check	Duration	Attempt	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 14:32:51	0d 0h 23m 3s	1/3	Active calls : 4
	channels	OK	01-06-2021 14:32:49	0d 0h 22m 41s	1/3	8 active channels 4 active calls 27 calls processed

**Figura 23-3:** Monitoreo de 4 llamadas simultaneas

Realizado por: PATACHE, L 2020

Nagios muestra 4 llamadas activas, con 8 canales activos (ver figura 23-3)

```
SSRC of sender: 1968073209
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.5
Highest sequence number: 55672
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 18
Last SR(our NTP): 47478.835255703504420864
DLSR: 4.1333 (sec)
RTT: 0.0724(sec)
```

**Figura 24-3:** Medición de 1-4 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 11942
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0
Highest sequence number: 9531
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 8
Last SR(our NTP): 47486.835383781308235776
DLSR: 0.1797 (sec)
RTT: 0.0334(sec)
```

**Figura 25-3:** Medición de 2-4 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1872010443
  Fraction lost: 0
  Packets lost so far: 0.09
  Highest sequence number: 33116
  Sequence number cycles: 0
  Interarrival jitter: 9
  Last SR(our NTP): 47481.835303328249282560
  DLSR: 4.7859 (sec)
  RTT: 0.0086(sec)
```

**Figura 26-3:** Medición de 3-4 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 299459505
  Fraction lost: 0
  Packets lost so far: 0.3
  Highest sequence number: 13374
  Sequence number cycles: 0
  Interarrival jitter: 16
  Last SR(our NTP): 47483.835342309640896512
  DLSR: 2.7690 (sec)
  RTT: 0.0672(sec)
```

**Figura 27-3;** Medición de 4-4 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

**Primera llamada:**

Packet lost=0.5 %

RTT (latencia) =72.4 ms

Jitter=18 ms

Códec utilizado=G.711

**Segunda llamada:**

Packet lost=0 %

RTT (latencia) =33.4 ms

Jitter=8 ms

Códec utilizado=G.711

**Tercera llamada:**

Packet lost=0.09 %

RTT (latencia) =8.6 ms

Jitter=9 ms

Códec utilizado=G.711

**Cuarta llamada:**

Packet lost=0.3 %

RTT (latencia) =67.2 ms

Jitter=16 ms

Códec utilizado=G.711

**3.6.4.4 Prueba de 5 llamadas simultaneas**

Host **	Service **	Status **	Last Check **	Duration **	Attempt **	Status Information
elastix	calls	OK	01-06-2021 14:55:52	0d 0h 45m 49s	1/3	Active calls : 5
	channels	OK	01-06-2021 14:55:49	0d 0h 45m 27s	1/3	10 active channels 5 active calls 38 calls processed

**Figura 28-3:** Monitoreo de 5 llamadas simultaneas

Realizado por: PATACHE, L 2020

Nagios muestra 4 llamadas activas, con 10 canales activos (ver figura 28-3)

```
SSRC of sender: 1176088968
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.18
Highest sequence number: 40512
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 18
Last SR(our NTP): 48927.860744961895694336
DLSR: 4.2185 (sec)
RTT: 0.0037(sec)
```

**Figura 29-3:** Medición de 1-5 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1493502722
  Fraction lost: 0
  Packets lost so far: 0.4
  Highest sequence number: 10757
  Sequence number cycles: 0
  Interarrival jitter: 11
  Last SR(our NTP): 48927.860746198309404672
  DLSR: 4.3840 (sec)
  RTT: 0.0611(sec)
```

**Figura 30-3:** Medición de 2-5 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1556632782
  Fraction lost: 0
  Packets lost so far: 0
  Highest sequence number: 38956
  Sequence number cycles: 0
  Interarrival jitter: 16
  Last SR(our NTP): 48932.860822807104192512
  DLSR: 0.0179 (sec)
  RTT: 0.0139(sec)
```

**Figura 31-3:** Medición de 3-5 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 153
  Fraction lost: 0
  Packets lost so far: 0.22
  Highest sequence number: 13518
  Sequence number cycles: 0
  Interarrival jitter: 10
  Last SR(our NTP): 48933.860853234263130112
  DLSR: 1.4580 (sec)
  RTT: 0.0365(sec)
```

**Figura 32-3:** Medición de 4-5 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 3290761776
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.12
Highest sequence number: 7067
Sequence number cycles: 1
Interarrival jitter: 12
Last SR(our NTP): 48937.860909907430342656
DLSR: 0.3284 (sec)
RTT: 0.0819(sec)
```

**Figura 33-3:** Medición de 5-5 llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

**Primera llamada:**

Packet lost=0.18 %

RTT (latencia) =3.7 ms

Jitter=18 ms

Códec utilizado=G.711

**Segunda llamada:**

Packet lost=0.4 %

RTT (latencia) =61.1 ms

Jitter=11 ms

Códec utilizado=G.711

**Tercera llamada:**

Packet lost=0 %

RTT (latencia) =13.9 ms

Jitter=16 ms

Códec utilizado=G.711

**Cuarta llamada:**

Packet lost=0.22 %

RTT (latencia) =36.4 ms

Jitter=10 ms

Códec utilizado=G.711

**Quinta llamada:**

Packet lost=0.12 %

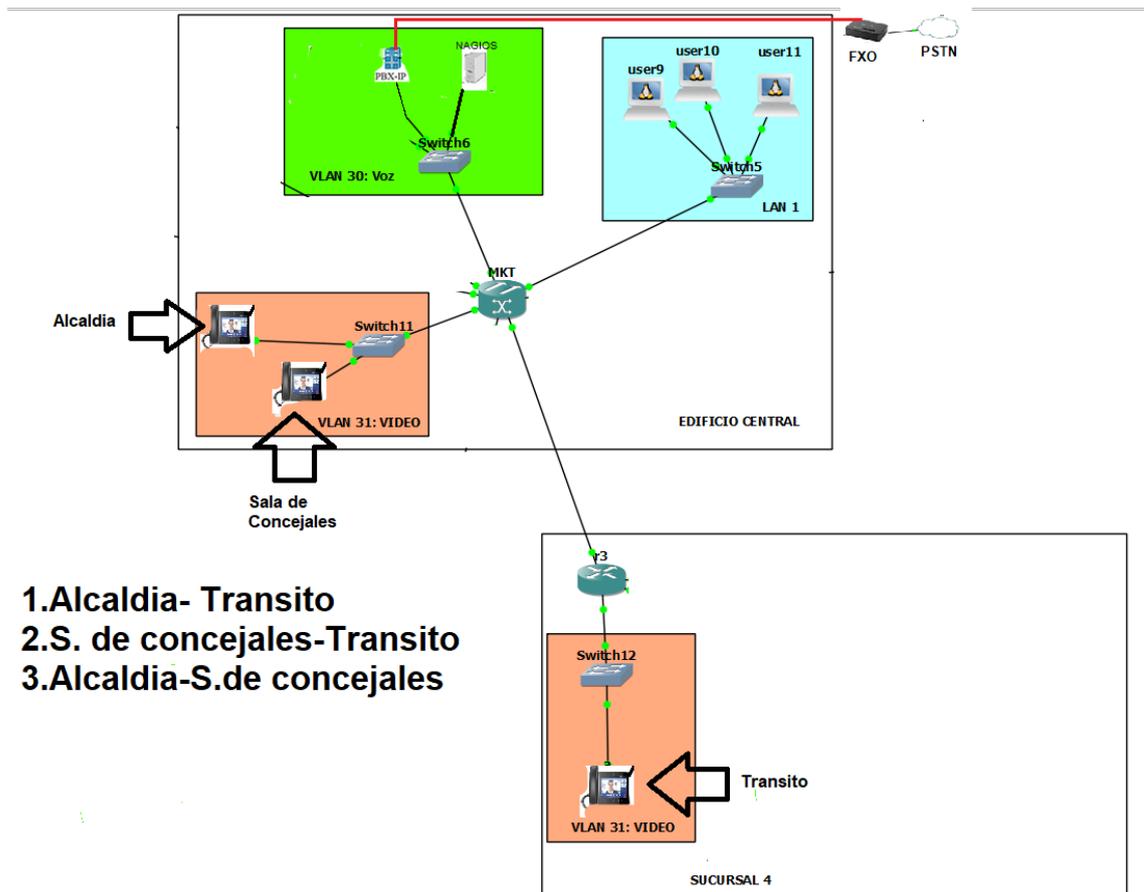
RTT (latencia) =81.9 ms

Jitter=12 ms

Códec utilizado=G.711

**3.6.5** Recolección de muestras de llamadas IP de video

Con el requisito de la administración de solo permitir 3 video llamadas, lo cual fue condicionado el canal de transmisión por el departamento encargado. Se procede solo realizar solo 3 pruebas,



**Figura 34-3:** Escenario de prueba para Videollamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

En el escenario de prueba para la video llamada (ver figura 34-3), se realizó bajo los siguientes lineamientos:

- Ancho de banda limitado a 2 Mbps
- Creación de un Vlan 31 para solo el servicio de Video llamada
- Control del canal para solo permitir 3 video llamadas
- Códec utilizado H.264

### 3.6.5.1 Prueba de una video llamada.



**Figura 35-3:** Videollamada IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1525003813
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.4
Highest sequence number: 21445
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 7
Last SR(our NTP): 49908.877992236296437760
DLSR: 3.8262 (sec)
RTT: 0.0419(sec)
```

**Figura 36-3:** Medición de una videollamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

Luego de las pruebas de voz, es momento de realizar pruebas de videollamada IP el funcionamiento es correcto (ver figura 33-3). Con la medición de los parámetros (ver figura 34-3) son los siguientes:

**Primera videollamada IP:**

Packet lost=0.4 %

RTT (latencia) =41.9 ms

Jitter=7 ms

Códec utilizado de audio= G.711

Códec utilizado de video=H.264

### 3.6.5.2 Prueba de dos video llamadas simultaneas



**Figura 37-3:** Funcionamiento de dos videollamadas IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1525003813
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.41
Highest sequence number: 25718
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 15
Last SR(our NTP): 49953.878783893258371072
DLSR: 1.6024 (sec)
RTT: 0.0535(sec)
```

**Figura 38-3:** Medición de 1-3 videollamada IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1091027987
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.4
Highest sequence number: 11905
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 23
Last SR(our NTP): 50335.885507104067026944
DLSR: 2.4570 (sec)
RTT: 0.0497(sec)
```

**Figura 39-3:** Medición de 2-3 videollamada IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 37-3 se muestra el funcionamiento de dos videollamadas IP. En los parámetros de las videollamadas (ver figuras 38-3; 39-3) son:

**Primera videollamada IP:**

Packet lost=0.4 %

RTT (latencia) =53.5 ms

Jitter=15 ms

Códec utilizado de audio= G.711

Códec utilizado de video=H.264

**Segunda videollamada IP:**

Packet lost=0.40 %

RTT (latencia) =49.7 ms

Jitter=23 ms

Códec utilizado de audio= G.711

Códec utilizado de video=H.264

**3.6.5.3 Prueba de 3 video llamadas simultaneas**



**Figura 40-3:** Funcionamiento de 3 videollamadas IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 7778302
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.29
Highest sequence number: 42184
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 23
Last SR(our NTP): 50352.885808691301842944
DLSR: 3.8210 (sec)
RTT: 0.1429(sec)
```

**Figura 41-3:** Medición de 1-3 videollamada IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 7778302
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.84
Highest sequence number: 46900
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 29
Last SR(our NTP): 50407.886776238448836608
DLSR: 1.8863 (sec)
RTT: 0.0936(sec)
```

**Figura 42-3:** Medición de 2-3 videollamada IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

```
SSRC of sender: 1784206114
Fraction lost: 0
Packets lost so far: 0.67
Highest sequence number: 19883
Sequence number cycles: 0
Interarrival jitter: 24
Last SR(our NTP): 49877.877452928795803648
DLSR: 3.7032 (sec)
RTT: 0.3298(sec)
```

**Figura 43-3:** Medición de 3-3 videollamada IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 40-3 se muestra el funcionamiento de dos videollamadas IP. En los parámetros de las videollamadas (ver figuras 41-3; 42-3; 43-3) son:

**Primera videollamada IP:**

Packet lost=0.29 %

RTT (latencia) =142.9 ms

Jitter=23 ms

Códec utilizado de audio= G.711

Códec utilizado de video=H.264

**Segunda videollamada IP:**

Packet lost=0.84 %

RTT (latencia) =93.6 ms

Jitter=29 ms

Códec utilizado de audio= G.711

Códec utilizado de video=H.264

**Tercera videollamada IP:**

Packet lost=0.67 %

RTT (latencia) =329.8 ms

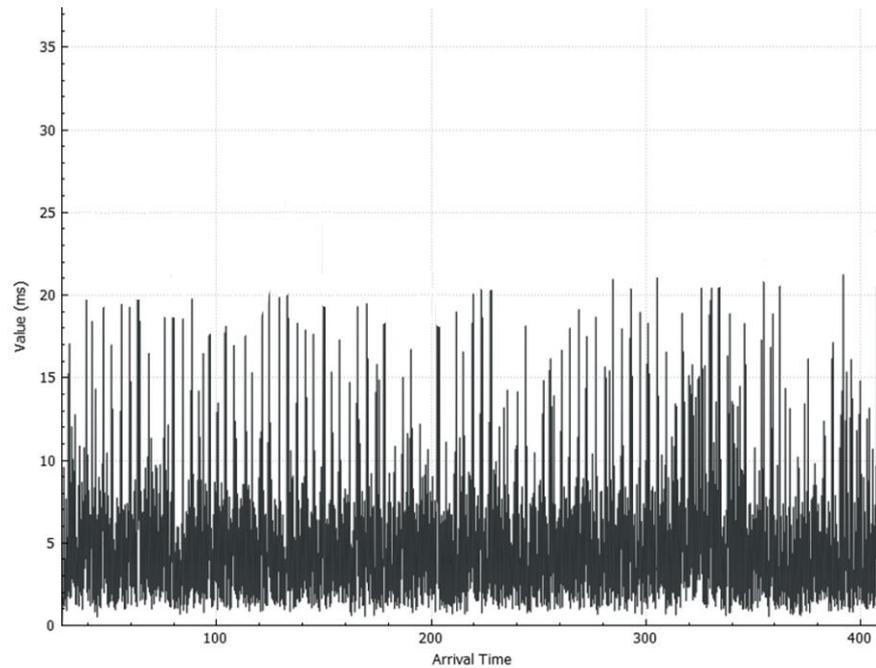
Jitter=24 ms

Códec utilizado de audio= G.711

Códec utilizado de video=H.264

### 3.6.6 Recolección general de datos

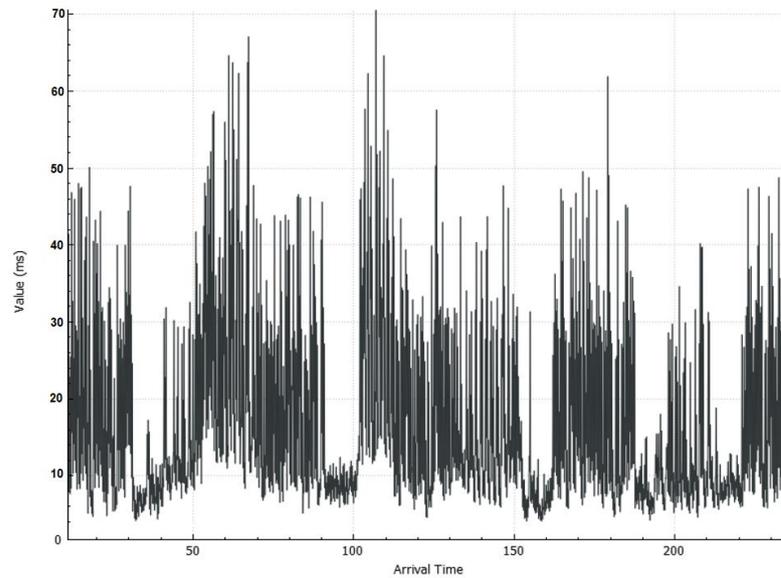
#### 3.6.6.1 Muestras globales de Llamadas IP de voz



**Gráfico 2-3:** Variación del Jitter

Realizado por: PATACHE, L 2020

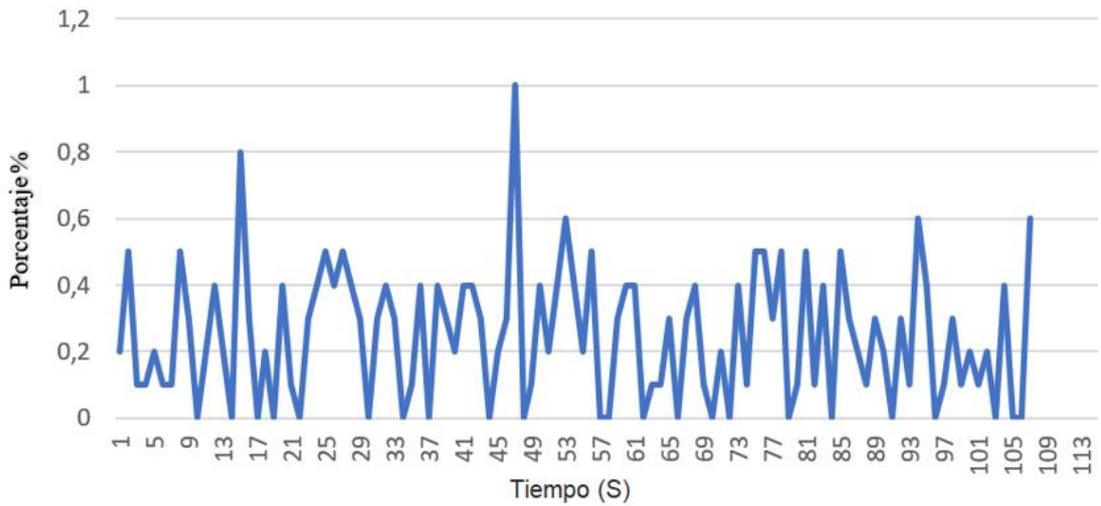
El parámetro Jitter (ver gráfico 1-3), la mayor variación se encuentra entre los valores de 0.1 ms a 10 ms



**Gráfico 3-3:** Variación de Latencia (RTT)

Realizado por: PATACHE, L 2020

La latencia (ver gráfico 2-3), se encuentra entre valores entre 10ms a 60ms

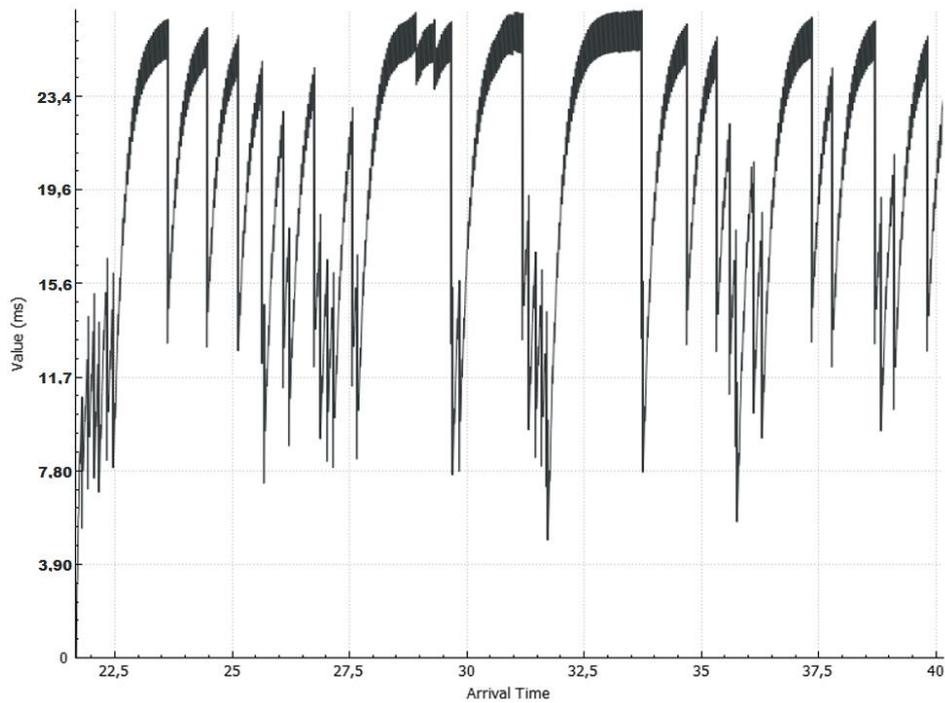


**Gráfico 4-3:** Perdida de Paquetes

Realizado por: PATACHE, L 2020

La pérdida de paquetes (grafico 3-3); se encuentran dentro de los rangos 0% - 0.5 %

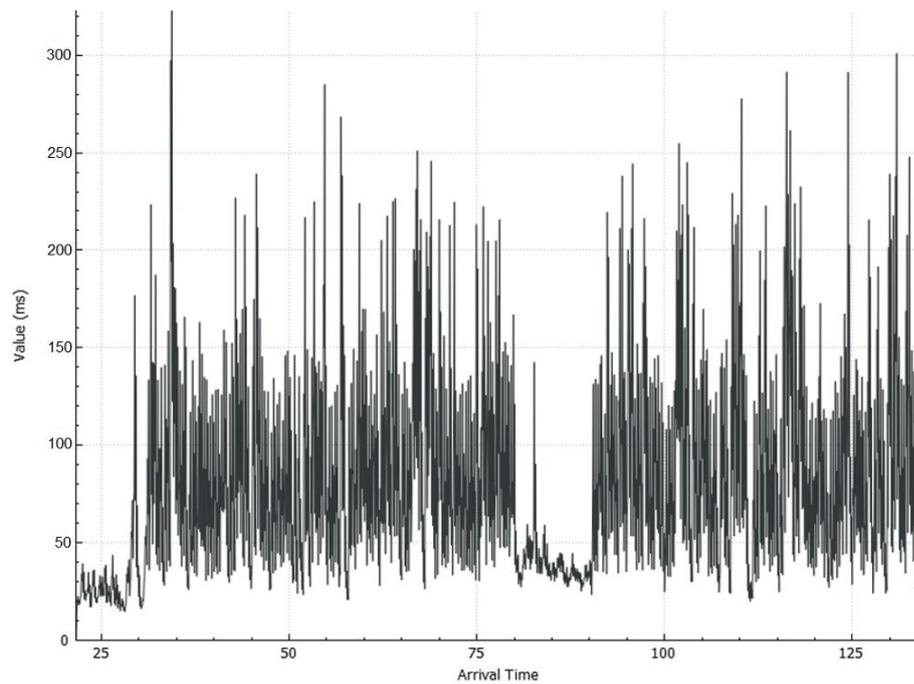
### 3.6.6.2 Muestras globales de Llamadas IP de video



**Gráfico 5-3:** Variación de Jitter para videollamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

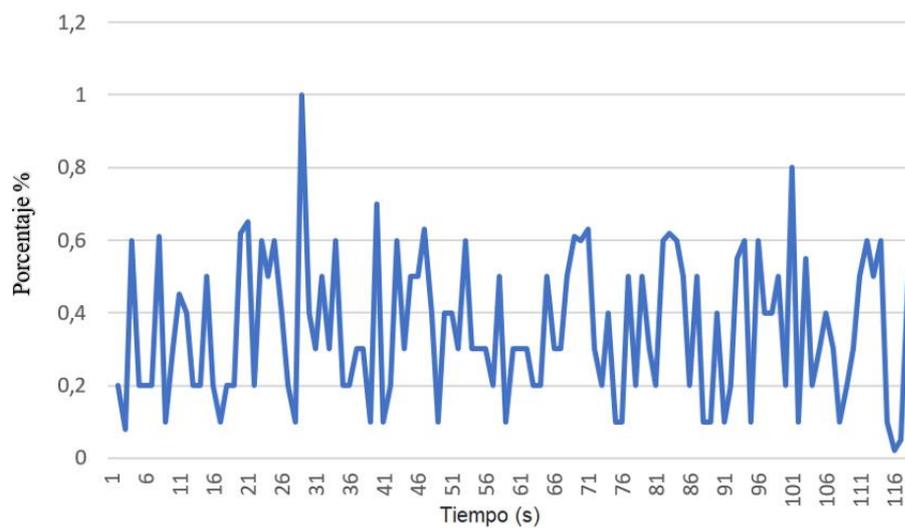
Los parámetros de Jitter (ver gráfico 4-3), se encuentra en el rango de 11ms-35ms



**Gráfico 6-3:** Variación de latencia en videollamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

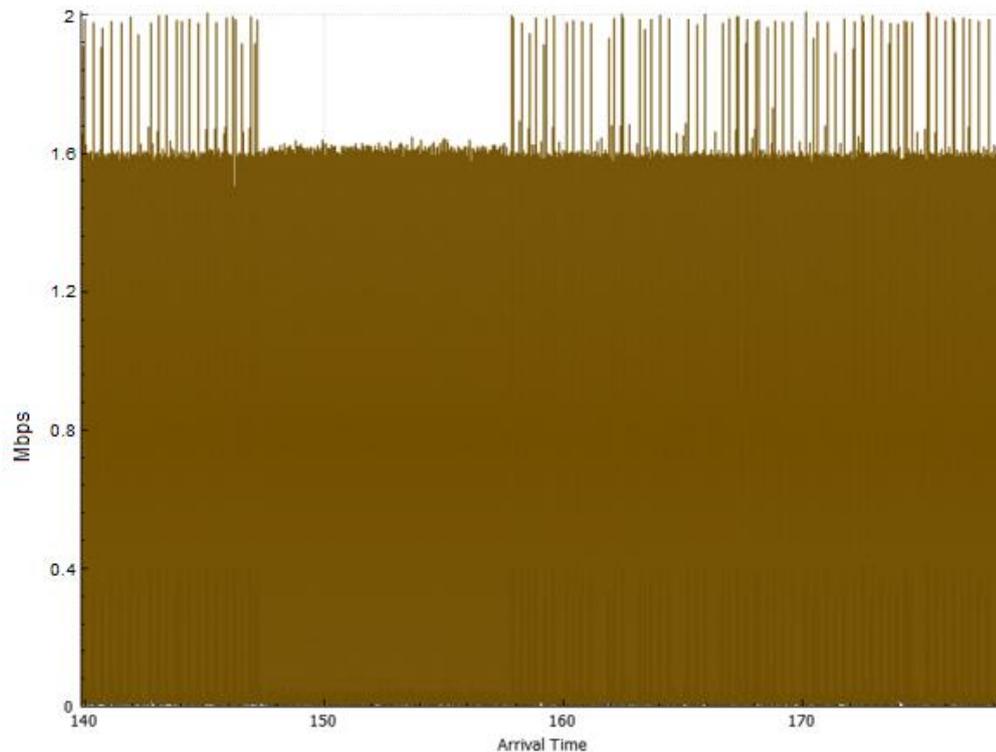
La latencia (ver gráfico 5-3), se encuentra en el rango de 50 ms-150 ms



**Gráfico 7-3:** Pérdida de paquetes para video llamada

Realizado por: PATACHE, L 2020

La pérdida de paquetes (grafico 6-3); se encuentran en el rango 0.2% - 0.7% más alto de lo normal por la transmisión de voz y video.



**Gráfico 8-3:** Ancho de banda utilizado por las video llamadas

Realizado por: PATACHE, L 2020

## CAPITULO IV

### 4 ANALISIS Y RESULTADOS

#### 4.1 Resultado de Indicadores para la calidad de llamada

##### 4.1.1 Resultado de llamadas de voz

En base a la tabla 7-3 con los valores máximos y mínimos referenciales de los 3 parámetros para verificar la calidad de VoIP. Además, con las muestras tomadas de Jitter, latencia, y perdida de paquetes del muestreo individual. Obtenemos los siguientes resultados que se muestra en la tabla 1-3

**Tabla 1-4:** Resultado de indicadores de llamadas de voz

Indicadores	1 llamada	2 llamadas	3 llamadas	4 llamadas	5 llamadas
Jitter	1	1	1	1	1
Latencia	1	1	1	1	2
Perdida de paquetes	1	1	1	2	2

Realizado por: PATACHE, L 2020

A partir de las 5 llamadas se mantiene el mismo resultado en los 3 indicadores

#### 4.1.2 Resultados de llamadas de video

**Tabla 2-4:** Resultado de Indicadores de Videollamadas

Indicadores	1 videollamada	2 videollamadas	3 videollamadas
Jitter	1	2	2
Latencia	2	2	2
Perdida de paquetes	2	2	2

Realizado por: PATACHE, L 2020

De la misma manera, con la tabla 7-3 se realizó para la videollamada, con muestras tomadas de Jitter, latencia, y pérdida de paquetes del muestreo individual. Obtenemos los siguientes resultados que se muestra en la tabla 2-4.

Las 3 videollamadas es el límite que se instaló en la red VoIP por consumo de ancho de banda como se puede observar en el grafico 7-3, condicionalmente es uno de los requerimientos de la administración, en cual el canal fue condicionado con restricción del ancho de banda.

#### 4.2 Resultado de la variable MOS

**Tabla 3-4:** Evaluación de MOS

Llamada IP de voz				
Parámetros de calidad			MOS	
Jitter	latencia	perdida de paquetes	Resultado	Descripción
1	2	2	2	Satisfactorio
Llamada IP de video				
Parámetros de calidad			MOS	
Jitter	latencia	perdida de paquetes	Resultado	Descripción
2	2	2	3	Tolerable

Realizado por: PATACHE, L 2020

En base a la tabla 8-3 con los parámetros de calidad evaluados del muestreo general, y representados en los gráficos de Jitter (grafico 1-3; grafico 4-3), Latencia (Grafico 2-3; grafico 5-3) y pérdida de paquetes (grafico 3-3; grafico 6-3), evaluamos la variable dependiente MOS, que nos indica la calidad y el correcto funcionamiento de nuestra red VoIP en llamadas de voz y video implementada en el GAD de Guano.

## CONCLUSIONES

- Dentro de la tecnología VoIP existen una gran diversidad de software y productos de los cuales la PBX Elastix es una tecnología accesible, con aplicaciones en tiempo real como nagios que le permiten al entorno de la telefonía IP ser más flexible, en la manipulación, configuración y control.
- La infraestructura de red del GAD-GUANO es una red totalmente convergente, que además cumple con los requerimientos necesarios y suficientes para una implementación de una red VoIP que conectara el edificio central con los demás edificios en donde existen varios departamentos, donde en varios se implementó puntos dobles de red para conectar los equipos solicitados.
- Se diseñó la red y se adaptó con todos los requerimientos solicitados por la institución con un Gateway FXO, para tener la capacidad de comunicación entre la red interna de telefonía con la red externa PSTN, además con asignaciones del dial plan de cada departamento según el edificio y ubicación. Con lo cual todo departamento tenga su propio número de contacto.
- Una vez implementado adecuadamente bajo los requerimientos, con el servidor Elastix y la aplicación de monitoreo se realizó pruebas que, como resultado, de no afectación a los demás servicios que estaban anteriormente implementadas en la red, y con la capacidad de soportar varias aplicaciones en tiempo real.
- Se logró el 100 % de la verificación de conectividad en la aplicación nagios para el control del número de dispositivos en nuestro servidor Elastix, el cual la aplicación usa el protocolo icmp para la confirmación de conectividad, en un periodo de 30 segundos.
- Para demostrar la calidad de servicio se evaluó con 4 parámetros que son Jitter, latencia, pérdida de paquetes, y el MOS; con resultados en llamadas de voz; Jitter entre 1ms a 20 ms; latencia valores entre 10ms a 70ms y pérdida de paquetes entre 0% a 1% que nos da como resultado un MOS del 90% de buena calidad y funcionamiento. Los resultados de videollamadas son Jitter entre 4 ms y 26 ms; latencia valores entre 25ms a 300ms y pérdida de paquetes entre 0.1% a 1% que nos da como resultado un MOS del 80% de buena calidad y funcionamiento.

## RECOMENDACIONES

- Las videollamadas IP requieren un mayor ancho de banda como también el control más exhaustivo de los parámetros de calidad de servicio.
- No seguir los pasos para la instalación de nagios que se encuentran en la web, ya que la mayoría se encuentra errónea
- Para enlazar los diferentes hosts que desee monitorear con nagios, asegurarse de poner una dirección IP estática.
- No todas las aplicaciones en tiempo real sobre VoIP son necesarias, depende de la necesidad de cada empresa.
- Controlar el tiempo de llamada de cada usuario sea interna o externa para que no exista sobrecarga sobre la PBX-IP
- Las aplicaciones en tiempo real que desee implementar, se debe verificar la compatibilidad del servidor VoIP

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ALARCON QUIGUA, A.** *Estudio, implementación y análisis de tráfico de una red VOIP bajo el protocolo SIP.* 2013. [Consulta: 15 octubre 2020]. Disponible en: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/735/digital\\_16899.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/735/digital_16899.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CAMARILLO, H. S. G., ERICSSON, A. JOHNSTON, WORLDCOM, et al.** *RFC 3261 - SIP: Session Initiation Protocol. In.*, 2002.

**CASTRO ALONSO, S.** *Configuración e instalación de una PBX de VoIP basada en Asterisk.* Universitat Politècnica de Catalunya, 2013.

**CCM. RFC. CCM. In.** [Consulta: 20 octubre 2020]. Disponible en: [https://es.ccm.net/contents/276-rfc-peticion-de-comentarios#:~:text=Las%20RFC%20\(Request%20For%20Comments,las%20tecnolog%C3%ADas%20y%20los%20protocolos](https://es.ccm.net/contents/276-rfc-peticion-de-comentarios#:~:text=Las%20RFC%20(Request%20For%20Comments,las%20tecnolog%C3%ADas%20y%20los%20protocolos)

**ELASTIX.** *Uno para todos: PBX, Chat en vivo, Video. In.*, 2020. [Consulta: 3 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.elastix.org/es/>

**ESPINOZA, C.** *Diseño e implementación de un adaptador para teléfono analógico de bajo costo.* Universidad de Cuenca, 2017. 72 páginas.

**GIL, R. G.** *Seguridad en VoIP: Ataques, amenazas y riesgos.* Universidad de Valencia. Fecha de última visita, 2012, 2.

**GONZALES, J.** *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN TIEMPO REAL BASADO EN VOIP PARA LA “SECRETARÍA NACIONAL DE TRANSPARENCIA DE GESTIÓN”.* Salesiana Sede Quito – Campus Sur, 2012. 207.

**GOODE, B.** *Voice over internet protocol (VoIP). Periodical "Voice over internet protocol (VoIP)"* [Type of Work]. 2002, vol. 90, no. 9, pp. 1495-1517. ISSN 0018-9219.

**JOSKOWICZ, J.** *Voz, video y telefonía sobre IP.* Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Montevideo Uruguay, 2013.

**MASIP.** *Secretaria Virtual: la integración de CRM + Telefonía IP.* In. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.masip.es/blog/secretaria-virtual-crm-integrado-con-telefonía-ip/>

**MORENO NOVELLA, J. I., I. SOTO CAMPOS AND D. LARRABEITI LÓPEZ** *Protocolos de Señalización para el transporte de Voz sobre redes IP,* 2001.

**NOGUERA, B.** *Aplicaciones en tiempo real.* In. [Consulta: 29 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro\\_gps.pdf](https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf)

**OPMANAGER.** In., *Software de monitoreo de tecnología VoIP con Cisco IP SLA.* [Consulta: 2 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.manageengine.com/latam/network-monitoring/software-monitoreo-voip-cisco-ip-sla.html>

**PRESS, E.** *El uso de los' smartphones' está cambiando: de la voz a la videollamada* 2015.

**RUÍZ, A.** *DISEÑO DE UN LABORATORIO VIRTUAL DE TELEFONÍA IP UTILIZANDO ELASTIX.* Universidad Catolica De Santiago De Guayaquil, 2015.

**SCHOOLER, E., C. TECH, J. ROSENBERG AND L. BELL.** *RFC 2543 - SIP: Session Initiation Protocol.* In., 1999, vol. 25/6/2020.

**ZNATY, S., J.-L. DAUPHIN AND R. GELDWERTH** *SIP: Session Initiation Protocol. SIP: Session Initiation Protocol,* 2005. [Consulta: 10 diciembre 2020]. Disponible en: <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/download/348/241/>

## ANEXO A: Instalación de Elastix

### Instalación de Elastix

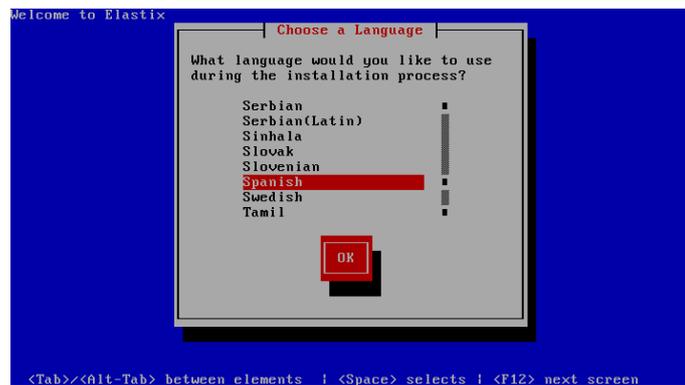
Para la instalación de Elastix se realizará en una distribución de Linux, x64bits, se puede instalar tanto en una máquina virtual como en una maquina real.

La versión que usaremos es la 2.5 que es una de las versiones más completas y estables. En la figura 49 observamos la página inicial cuando ejecutamos el instalador de Elastix (regularmente se escoge la primera opción).



**Figura 44:** Pagina inicial de instalación de Elastix

Realizado por: PATACHE, L 2020



**Figura 45:** Elegir el lenguaje

Realizado por: PATACHE, L 2020

La siguiente parte Elastix nos permite escoger el idioma (ver figura 50), en nuestro caso seleccionamos español.



**Figura 46:** Alerta de partición de disco

Realizado por: PATACHE, L 2020



**Figura 47:** Tipo de partición

Realizado por: PATACHE, L 2020

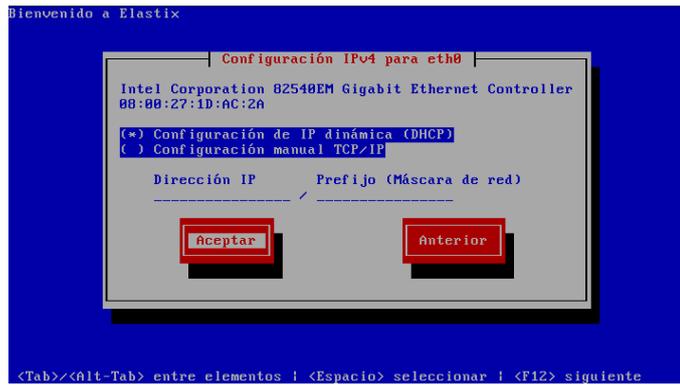
En las figuras 51, 52 nos advierte sobre la partición de disco duro y el lugar en donde se instalará nuestro servidor Elastix.

El siguiente paso es uno de los más importantes que es la configuración de la interfaz de red.



**Figura 48:** Opciones de soporte de red

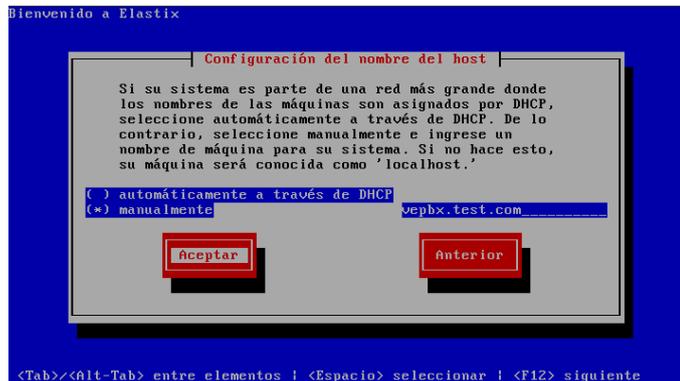
Realizado por: PATACHE, L 2020



**Figura 49:** Configuración IP

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 53 tenemos la opción de activar el soporte tanto de ipv4 e ipv6, el cual en el siguiente paso (ver figura 54) si conocemos el direccionamiento de la red podemos elegir un una dirección IP para nuestro servidor VoIP, caso contrario se aplicara la configuración DHCP.



**Figura 50:** Nombre del host

Realizado por: PATACHE, L 2020

Lo siguiente es el nombre del dominio, (ver figura 55) el cual se recomienda poner en DHCP.



**Figura 51:** Selección del huso horario

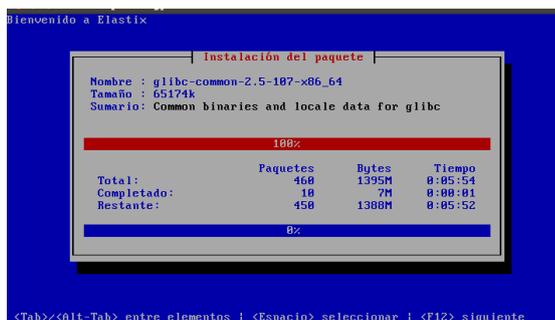
Realizado: PATACHE, L 2020



**Figura 52:** Contraseña de ROOT

Realizado por: PATAACHE, L 2020

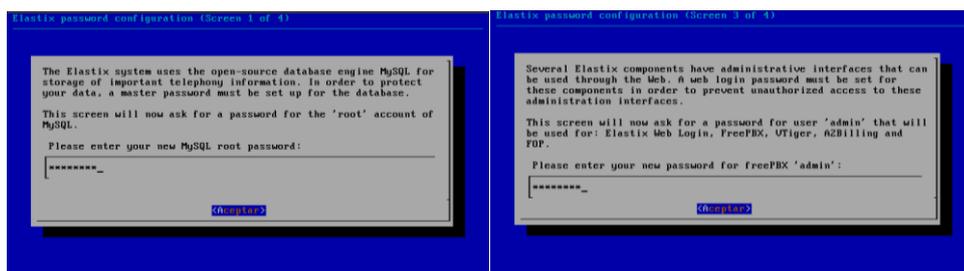
Los siguientes pasos son de configuración personalizada, en el huso horario (ver figura 56) en nuestro caso seleccionamos la opción de **America/Guayaquil**, luego uno de los pasos más importantes es la establecer una contraseña para root. (ver figura 57)



**Figura 53:** Proceso de instalación

Realizado por: PATAACHE, L 2020

Después de la contraseña procedemos a esperar que acabe el proceso de instalación. Figura 58



**Figura 54:** Contraseñas para MySQL y para web login

Realizado por: PATAACHE, L 2020

Luego de finalizar el proceso de instalación nos pide poner contraseñas para MySQL y para el acceso web de Elastix. (ver figura 59)

Una vez finalizado la instalación y el establecimiento de las contraseñas. Encendemos la máquina. (ver figura 60)

```
CentOS release 5.10 (Final)
Kernel 2.6.18-371.1.2.el5 on an x86_64
localhost login:
```

**Figura 55:** Inicio del servidor Elastix

Realizado por: PATACHE, L 2020

Luego de iniciar sesión root con su contraseña para poder ver la dirección IP que fue asignado por DHCP que fue la opción que elegimos al momento de la instalación. (Ver figura 61)

```
CentOS release 5.10 (Final)
Kernel 2.6.18-371.1.2.el5 on an x86_64
localhost login: root
Password:
Last login: Sun Aug 9 21:41:27 on tty1
Welcome to Elastix
-----
Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.200.100
root@localhost ~]# _
```

**Figura 56:** Sesión iniciada de Elastix

Realizado por: PATACHE, 2020



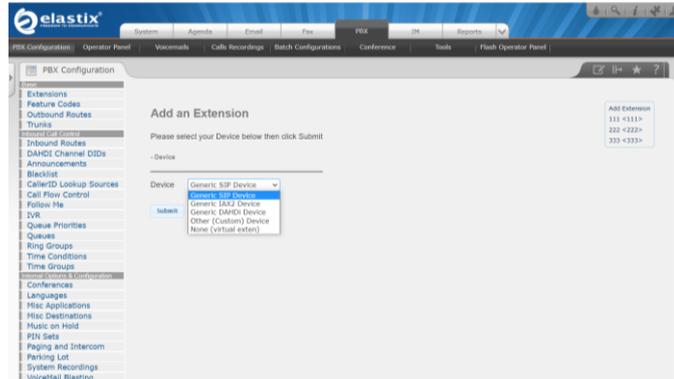
**Figura 57:** Acceso web

Realizado por: PATACHE, L 2020

Con la dirección IP asignada no dirigimos a un buscador web para poder acceder al servidor grafico de Elastix. (ver figura 62)

# ANEXO B: Creación de Usuarios y configuración IVR

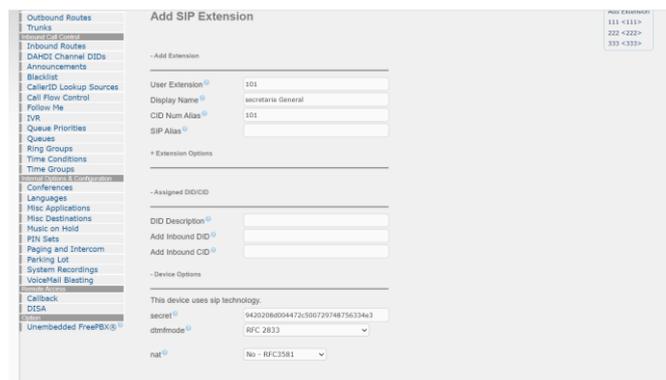
## Creación de usuarios



**Figura 58:** Pagina inicial para crear extensiones

Realizado por: PATACHE, L 2020

Una vez que ingresamos al portal web de Elastix, nos dirigimos a la pestaña de PBX para añadir extensiones que son el numero e identificación de cada usuario o departamento que servirá para la comunicación interna, para la creación Elastix nos da opciones del tipo de extensiones para crear (ver figura 63) como estamos trabajado bajo el estándar de inicio de sesión (SIP) en la capa aplicación RFC 3261 seccionamos **Generic SIP device**.



**Figura 59:** Configuración de una extensión

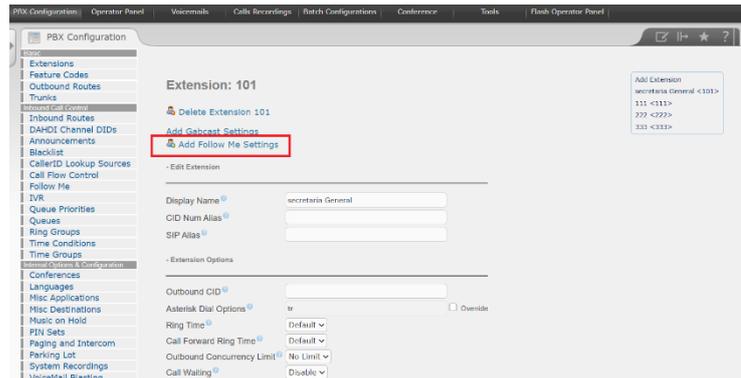
Realizado por: PATACHE, L 2020

Los parámetros importantes para configurar una extensión es el User Extension, que es el número de teléfono que deben marcar para comunicarse con este usuario, display name es el nombre que se mostrara cuando este usuario realice llamadas, CID Num Alias se usa para mostrar un número

diferente del User Extension (normalmente se pone el mismo número del User Extension), Secret es la contraseña que se establecerá para cada usuario.

Esa una configuración básica para la creación de una extensión, ahora un requerimiento de la administración es si una extensión no es contestada debe transferirse la misma llamada a una extensión específica.

Desvió de llamadas



**Figura 60:** Opción add Follow me

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la configuración de una extensión existe una opción para reenviar llamadas cuando esta no es respondida. (ver figura 64)



**Figura 61:** Configuración de desvío de llamadas

Realizado por: PATACHE, L 2020

Dentro de la configuración los parámetros más importantes son:

### Estrategia del anillo

- Ringall2: hace sonar la extensión durante la duración del tiempo establecido del timbre inicial y luego, mientras continúa timbrando en la extensión, sonora la lista sígueme durante la duración establecida en tiempo de timbre.

- Ringall: hace sonar la extensión durante El tiempo establecido en el Tiempo de timbre inicial luego finaliza la llamada a la extensión, Y suena la lista sígueme durante el tiempo establecido el tiempo del timbre.
- Búsqueda: Se turnan para llamar a cada extensión disponible.
- Búsqueda de memoria: llama la primera extensión de la lista luego llama a la primera y segunda extensión, luego a la primera segunda y tercera extensión de la lista así sucesivamente.

### Tiempo de timbre inicial

Es número de segundos para que suene la extensión principal para luego pasar a la lista sígueme.

### Lista sígueme

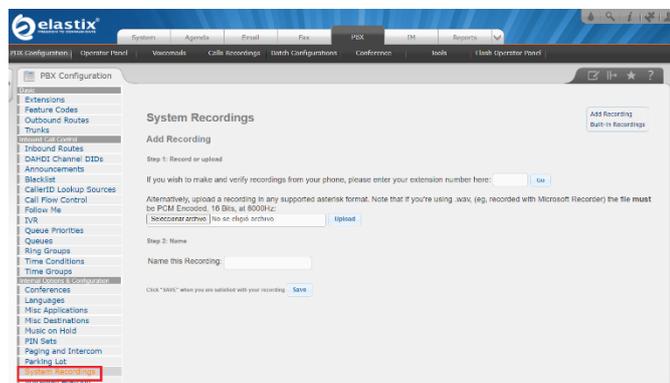
Es la lista de extensiones que sonaran cuando la extensión principal no conteste.

También se puede configurar un anuncio cuando no esté disponible o música en espera.

Para traspaso de llamadas no necesita configuración solo ingresar “\*2”

### Grabaciones para el IVR

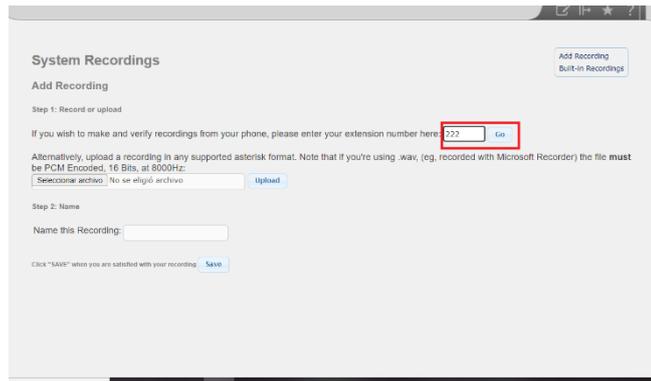
Para la creación del IVR primero debemos grabar los diferentes mensajes. (ver figura 65)



**Figura 62:** Grabaciones del sistema

Realizado por: PATACHE, L 2020

Tenemos dos opciones para la grabación, la primera es subir un archivo de audio con formato.wav, codificación PCM, 16 bits a 8000 Hz. La segunda opción es grabar directamente desde un terminal. (ver figura 66)



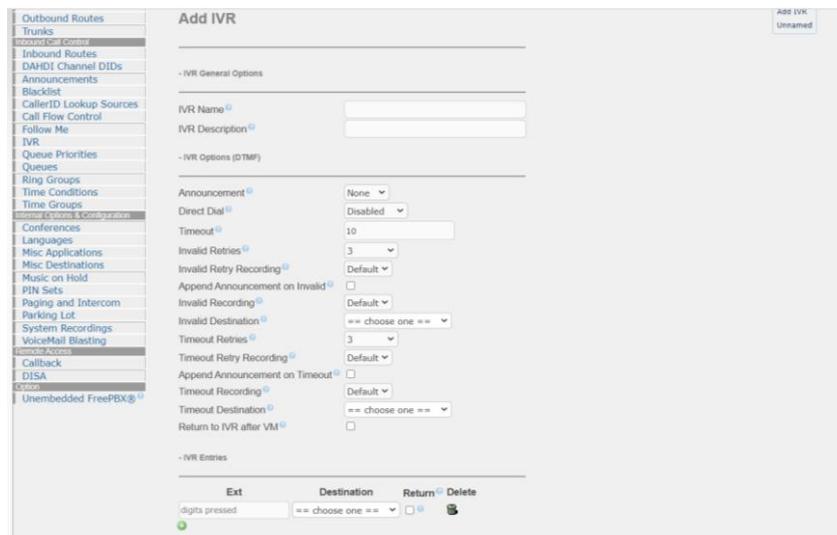
**Figura 63:** Grabación desde una Extensión

Realizado por: PATACHE, L 2020

Se ingresa el número de extensión donde se va grabar el mensaje, y desde esa extensión se marca “\*77”, una vez que llamemos y suene el tono de grabación empezamos la grabación y para finalizar pulsamos “#”. Al final guardamos el mensaje dándole un nombre a la grabación.

Nota: para cambiar el mensaje que acabamos de grabar podemos hacerlo llamando al “\*99”

Configuración del IVR.



**Figura 64:** Creación del IVR

Realizado por: PATACHE, L 2020

Los parámetros para la creación del IVR más importantes (ver figura 69).

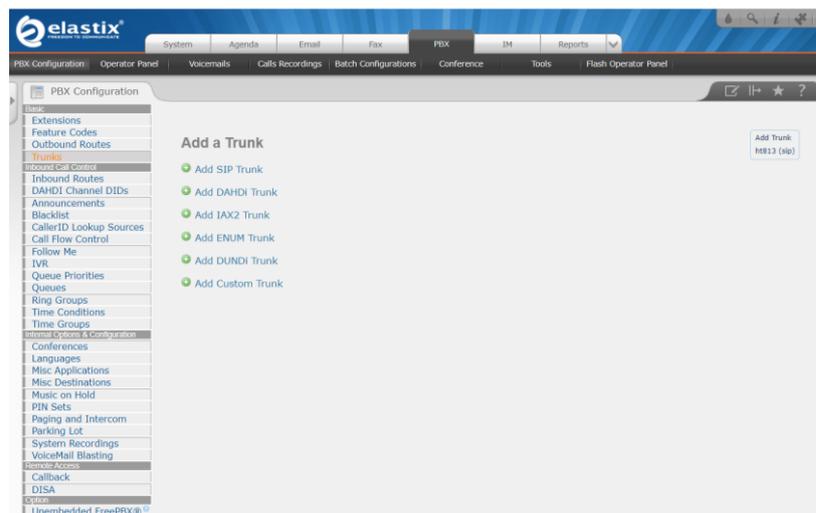
- **IVR NAME:** se coloca le nombre del IVR.
- **Announcement:** Se elige la grabación que se reproducirá en este IVR.
- **Direc Dial:** Esta opción nos da la opción de que una persona que llama desde el exterior pueda marcar la extensión directamente.

- **TimeOut:** Es el tiempo de espera que tiene el usuario para seleccionar una opción después de que la grabación se haya reproducido.
- **Invalid Destination:** si el usuario elige una opción inexistente podemos realizar varias acciones con esta opción.
- **Timeout Destination:** Realizar alguna acción cuando el usuario no elija ninguna acción y pase el tiempo establecido.
- **IVR Entries:** Son las opciones que tiene el usuario que puede seleccionar.

## ANEXO C: Configuración de enlace TRUNK

### Creación y configuración del enlace TRUNK

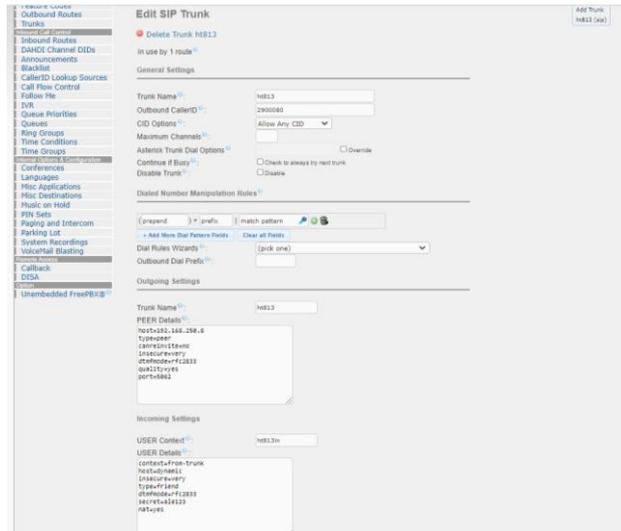
La solicitud de la administración es realizar llamadas desde cualquier extensión a la red exterior PSTN, el cual crearemos un enlace trunk que se conectara al dispositivo Gateway-FXO que tienen varios FXO donde conecta las líneas PSTN con nuestra red VoIP.



**Figura 65:** Creación de enlace TRUNK

Realizado por: PATACHE, L 2020

Existen varios tipos de enlaces TRUNK, crearemos un enlace TRUNK SIP. (ver figura 70)



**Figura 66:** Configuración del enlace Trunk

Realizado por: PATAche, L 2020

Los parámetros importantes para configuración (ver figura 71) son:

- **Trunk Name**
- **Outbound CallerID:** Es el número de la línea PSTN que se va a conectar al puerto FXO.
- **OUTGOING SETTINGS**

host=Es la IP que es asignada nuestro adaptador ATA para la conexión de la línea PSTN al puerto FXO

type=peer

canreinvite=no

insecure=very

dtmfmode=rfc2833

quality=yes

port=5062

- **INCOMING SETTINGS**

context=from-trunk

host=dynamic

insecure=very

type=friend

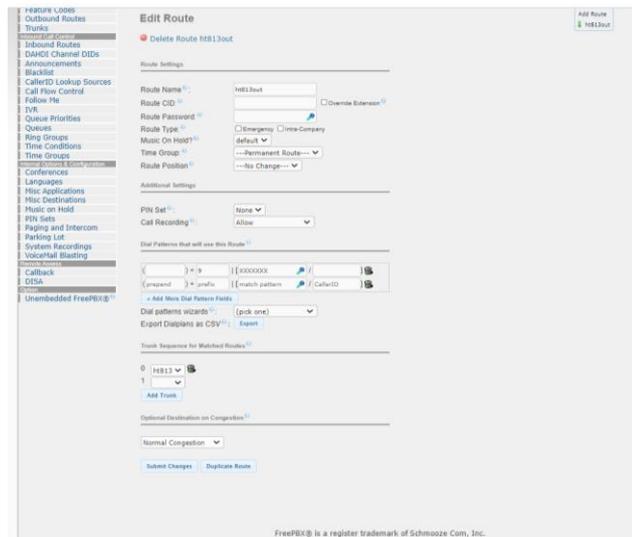
dtmfmode=rfc2833

secret=password

nat=yes

Una vez creado en enlace TRUNK debemos enlazarla con una ruta saliente y una ruta entrante.

## Configuración del OUTBOUND ROUTES



**Figura 67:** Configuración de la ruta saliente

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 72 se ver los parámetros que se pueden configurar en un ruta saliente, los más relevantes son:

- **Route Name**
- **Dial Patterns:** Es el dial plan, conocido como plan de marcación, “prepend” es un símbolo que se puede especificar para acceder una plan de marcación específico, “prefix” es un número del 0-9 que se debe especificar, “match pattern” es el más importante en el dial plan que se especifica que cantidad y que numero se debe marcar,”caller id” que indica que extensión o extensión pueden acceder al dial plan, por lo general se pone en blanco para que todas las extensión accedan al dial plan.

X: simboliza un dígito entre 0 y 9

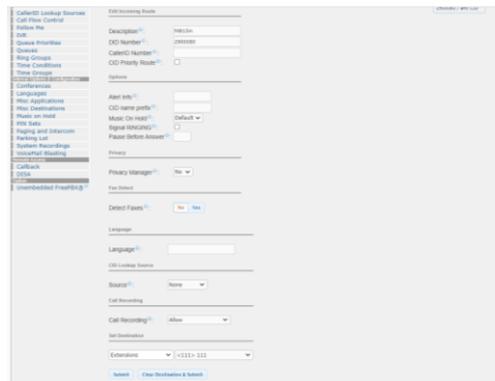
Z: simboliza un dígito entre 1 y 9

N: simboliza un dígito entre 2 a 9

- **Trunk Sequence:** se elige en enlace o los enlaces TRUNK previamente creados.

## Configuración de Incommig Route

## ANEXO D: Activar Videollamada

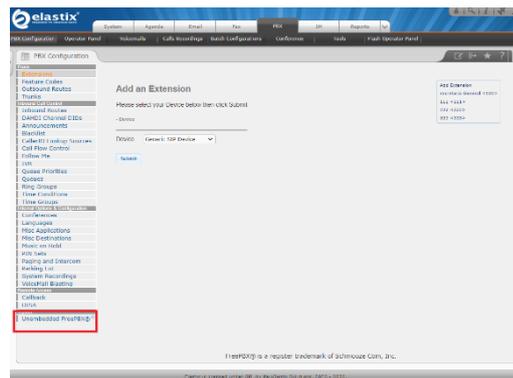


**Figura 68:** Configuración de ruta entrante

Realizado por: PATACHE, L 2020

En la figura 73 se re ve los parámetros para la configuración de una ruta entrante.

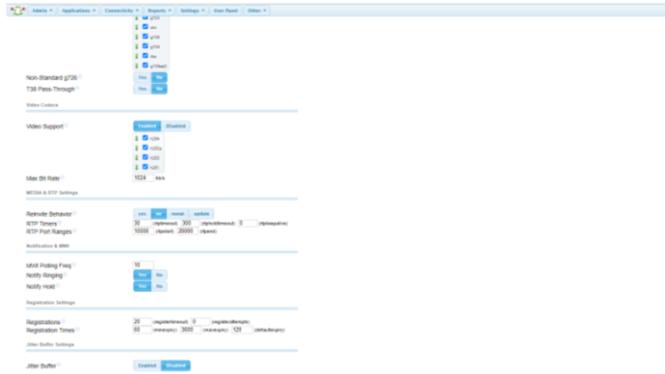
- **Description:** nombre de la ruta.
- **DID Number:** el número de la línea pstn que será conectado al puerto FXO
- **Set Destinations:** esta opción nos permite la acción que toma nuestra PBX al momento del ingreso de una llamada del exterior, podemos hacer que se redirigir a una extensión específica o hacer reproducción un IVR que es lo más común.



**Figura 69:** acceder a FREEPBX

Realizado por: PATACHE, L 2020

Para acceder a freePBX seleccionamos la opción que nos indica la figura 74.



**Figura 70:** Habilitar la video llamada

Realizado por: PATAACHE, L 2020

Una vez en FREPBX seleccionamos settings y sip configuration (ver figura 75) y buscamos la opción VIDEO SUPPORT y la habilitamos y selección los códecs usados.

En la actualidad hay más códecs de audio que nos indica elastix y para habilitarlos debemos ir al archivo sip.conf.custom y añadir todos los codecs.

videosupport=yes

allow=ulaw

allow=gsm

allow=g729

allow=h264

allow=h263

allow=h263p

allow=h261

allow=VP8

## **ANEXO E:** Configuración del Gateway y teléfono IP

Configuración del Gateway FXO

**Figura 71:** configuración del puerto FXO en el HT-813

Realizado por: PATACHE, L 2020

Luego de la configuración en la PBX de Elastix procedemos a la configuración del nuestro adaptador ATA en el puerto FXO, los siguientes parámetros son los comunes de configurar:

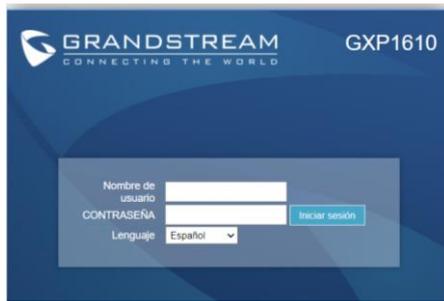
- **Primary SIP server:** es la dirección IP donde está ubicado nuestro servidor PBX.
- **Failover SIP server:** es la dirección IP del servidor secundario o de respaldo.
- **Local SIP port:** es el puerto que se utilizara para las llamadas por el puerto FXO.
- **Stage Method:** se selecciona el método 1.

**Figura 72:** Estado de los puertos DEL ht-813

Realizado por: PATACHE, L 2020

Podemos ver en la figura 77 que el puerto FXO se registra en la PBX si los parámetros fueron correctamente configurados.

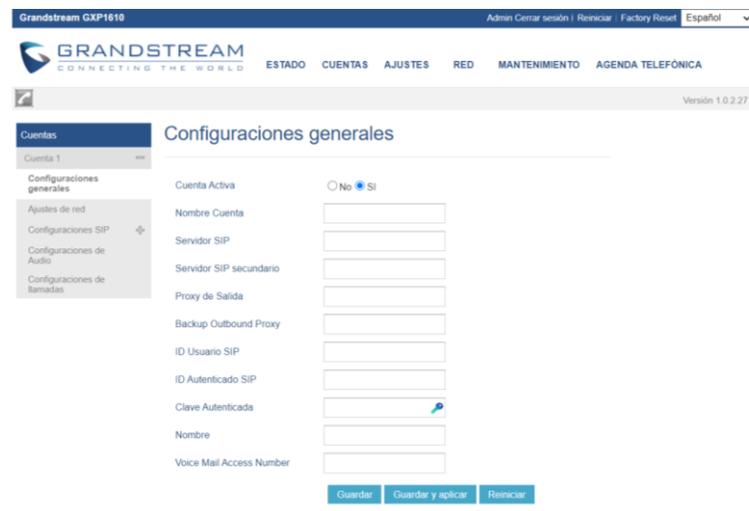
Configuración en un teléfono IP



**Figura 73:** Pagina inicial

Realizado por: PATACHE, L 2020

Para la configuración usaremos un teléfono IP Grandstream GXP 1610. (ver figura 78)



**Figura 74:** Configuración para cuenta SIP

Realizado por: PATACHE, L 2020

Existen teléfonos IP que soportan más de una cuenta SIP pero la configuración es la misma.

- **Nombre de la cuenta**
- **Servidor SIP:** es la IP de nuestro PBX.
- **Servidor SIP secundario:** IP de una PBX de respaldo si lo hubiera.
- **Id de Usuario SIP:** Es el número de extensión que se creó en el servidor de VoIP.
- **Id de autenticación SIP:** es el número que se mostrara cuando este teléfono realice llamadas.
- **Clave de autenticada:** Contraseña establecida al momento de crear las extensiones.
- **Nombre:** el nombre que se mostrara a los demás usuario cuando el usuario realice llamadas.

## ANEXO F: Instalación y configuración de nagios

```
sudo yum install gcc glibc glibc-common gd gd-devel make net-snmp openssl-devel xinetd unzip
```

```
sudo useradd nagios
```

```
sudo groupadd nagcmd
```

```
sudo usermod -a -G nagcmd nagios
```

```
cd ~
```

```
curl -L -O https://assets.nagios.com/downloads/nagioscore/releases/nagios-4.4.6.tar.gz
```

```
wget https://assets.nagios.com/downloads/nagioscore/releases/nagios-4.4.6.tar.gz
```

```
tar xvf nagios-*.tar.gz
```

```
cd nagios-*
```

```
./configure --with-command-group=nagcmd
```

```
make all
```

```
sudo make install
```

```
sudo make install-commandmode
```

```
sudo make install-init
```

```
sudo make install-config
```

```
sudo make install-webconf
```

```
sudo usermod -G nagcmd apache
```

```
cd ~
```

```
wget https://nagios-plugins.org/download/nagios-plugins-3.3.3.tar.gz
```

```
tar xvf nagios-plugins-*.tar.gz
```

```
cd nagios-plugins-*
```

```
./configure --with-nagios-user=nagios --with-nagios-group=nagios --with-openssl
```

```
sudo make install
```

```
cd ~
```

```
wget https://razaoinfo.dl.sourceforge.net/project/nagios/nrpe-3.x/nrpe-3.15/nrpe-3.15.tar.gz
```

```
tar xvf nrpe-*.tar.gz
```

```
cd nrpe-*
```

```
./configure --enable-command-args --with-nagios-user=nagios --with-nagios-group=nagios --  
with-ssl=/usr/bin/openssl --with-ssl-lib=/usr/lib/x86_64-linux-gnu
```

```
make all
```

```
sudo make install
```

```
sudo make install-xinetd
```

```
sudo make install-daemon-config
```

Una vez ejecutados estos comandos accederemos el script xinetd para realizar un cambio, para ello usaremos el editor preferido:

```
sudo nano /etc/xinetd.d/nrpe
```

```
192.168.182.132
```

```
sudo service xinetd restart
```

```
sudo nano /usr/local/nagios/etc/nagios.cfg
```

Guardamos los cambios y salimos del archivo. Ahora crearemos un directorio donde estarán alojadas las configuraciones de cada uno de los servidores que sean monitoreados, para ello debemos realizar lo siguiente:

```
sudo mkdir /usr/local/nagios/etc/servers
```

Configurar los contactos de Nagios

Para realizar este proceso accederemos al respectivo archivo ejecutando lo siguiente:

```
sudo nano /usr/local/nagios/etc/objects/contacts.cfg
```

Para configurar este comando que nos permitirá configurar las conexiones remotas accederemos a su respectivo archivo de configuración ejecutando lo siguiente:

```
sudo nano /usr/local/nagios/etc/objects/commands.cfg
```

El siguiente paso consisten en crear un usuario llamado nagiosadmin, mediante el cual tendremos acceso web usando Apache, para esto usaremos el comando htpasswd:

```
sudo htpasswd -c /usr/local/nagios/etc/htpasswd.users nagiosadmin
```

Reiniciaremos los servicios de Apache:

```
sudo systemctl start nagios.service
```

```
sudo systemctl restart httpd.service
```

```
sudo chkconfig nagios on
```

```
sudo nano /etc/httpd/conf.d/nagios.conf
```

```
sudo systemctl start nagios.service
```

```
sudo systemctl restart httpd.service
```