



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Despliegues de Telefonía IP. Validación en diferentes
entornos

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: Valiente Hernández, Javier

Tutor/a: Llinares Llopis, Raúl

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Resumen

El TFG consiste en la implementación de diferentes despliegues de Telefonía IP. Se han realizado tareas relacionadas con la configuración de centralitas VoIP, la integración de teléfonos IP y softphones, así como la optimización de su funcionamiento. Además, se ha realizado una comparación de la configuración de diferentes métodos de interconexión entre centralitas IP. Todo ello se ha llevado a cabo proponiendo entornos típicos de despliegues reales.

Resum

El TFG consisteix en la implementació de diferents desplegaments de Telefonía IP. S'han fet tasques relacionades amb la configuració de centraletes VoIP, la integració de telèfons IP i softphones, així com l'optimització del seu funcionament. A més, s'ha realitzat una comparació de la configuració de diferents mètodes d'interconnexió entre centraletes IP. Tot això s'ha dut a terme proposant entorns típics de desplegaments reals.

Abstract

The TFG consists of the implementation of different IP Telephony deployments. Tasks related to the configuration of VoIP PBXs, the integration of IP telephones and softphones, as well as the performance optimisation have been carried out. In addition, a comparison of the configuration of different methods of interconnection between PBXs has been carried out. All this has been done by proposing typical environments of real deployments.

Palabras clave

Telefonía IP, VoIP, SIP, IAX.

Paraules clau

Telefonia IP, VoIP, SIP, IAX.

Key words

IP telephony, VoIP, SIP, IAX

Índice de Contenidos

1. Introducción	- 7 -
1.1. Motivación	- 7 -
1.2. Objetivos.....	- 7 -
1.3. Estructura de la memoria	- 8 -
2. Marco teórico	- 9 -
2.1. Introducción a la telefonía IP	- 9 -
2.2. Funcionamiento de la telefonía IP	- 10 -
2.3. Protocolos utilizados en la telefonía IP.....	- 12 -
2.4. Comunicación entre cliente y servidor en la telefonía IP.....	- 15 -
2.5. Utilidad de la telefonía IP en un entorno empresarial	- 16 -
3. Diseño de la solución	- 19 -
3.1. Esquema de red	- 19 -
3.2. Comunicación entre centralitas y los operadores de telefonía	- 19 -
3.3. Solución para la centralita Grandstream UCM6302	- 20 -
3.4. Solución para la centralita 3CX	- 24 -
3.5. Solución para la interconexión de centralitas mediante una troncal SIP.....	- 28 -
3.6. Solución para la interconexión de centralitas mediante una troncal IAX.....	- 28 -
4. Desarrollo de la solución	- 29 -
4.1. Puesta en marcha de la centralita Grandstream UCM6302.....	- 29 -
4.2. Configuración de la centralita Grandstream UCM6302	- 31 -
4.3. Puesta en marcha de la centralita 3CX.....	- 38 -
4.4. Configuración de la centralita 3CX.....	- 41 -
4.5. Configuración de una troncal SIP entre centralitas 3CX y Grandstream UCM6302... - 47 -	- 47 -
4.6. Configuración de una troncal IAX entre dos centralitas Grandstream.....	- 50 -
4.7. Registro de extensiones en un teléfono Grandstream GXP1628.....	- 53 -
4.8. Registro de extensiones en diferentes softphones	- 59 -
5. Conclusiones	- 64 -
6. Bibliografía	- 65 -

Índice de Imágenes

Imagen 1. Flujo de señalización SIP	- 16 -
Imagen 2. Esquema de red	- 19 -
Imagen 3. Comunicación entre las centralitas IP y los operadores de telefonía	- 20 -
Imagen 4. Dialplan de la centralita UCM6302	- 21 -
Imagen 5. Día festivo	- 22 -
Imagen 6. Fuera de horario	- 22 -
Imagen 7. Menú de entrada y colas de llamada	- 23 -
Imagen 8. Agentes ocupados	- 23 -
Imagen 9. Dialplan de la centralita 3CX	- 25 -
Imagen 10. Día festivo	- 25 -
Imagen 11. Fuera de horario	- 26 -
Imagen 12. Desarrollos, menú de entrada y colas de llamada	- 27 -
Imagen 13. Cambio de la contraseña	- 29 -
Imagen 14. Configuración provisional de red	- 29 -
Imagen 15. Configuración horaria	- 30 -
Imagen 16. Creación de las extensiones.....	- 30 -
Imagen 17. Tablero de control	- 30 -
Imagen 18. Alta en la plataforma	- 31 -
Imagen 19. Actualización del firmware	- 31 -
Imagen 20. Configuración del cliente PPPoE	- 32 -
Imagen 21. Configuración de correo electrónico	- 32 -
Imagen 22. Correo electrónico de prueba.....	- 33 -
Imagen 23. Configuración del servidor SFTP.....	- 33 -
Imagen 24. Configuración de las copias de seguridad	- 33 -
Imagen 25. Configuración de la numeración de las extensiones	- 34 -
Imagen 26. Días festivos.....	- 34 -
Imagen 27. Colas de llamada	- 35 -
Imagen 28. Configuración de las colas de llamada (I)	- 35 -
Imagen 29. Configuración de las colas de llamada (II)	- 35 -
Imagen 30. IVRs.....	- 36 -
Imagen 31. Horario de oficina.....	- 36 -
Imagen 32. Configuración de la troncal (I)	- 37 -
Imagen 33. Configuración de la troncal (II).....	- 37 -
Imagen 34. Regla entrante	- 37 -
Imagen 35. Reglas salientes	- 38 -
Imagen 36. Preparación del servidor.....	- 39 -
Imagen 37. IP pública de la centralita 3CX	- 39 -
Imagen 38. IP pública estática.....	- 39 -
Imagen 39. Puertos utilizados por la centralita 3CX	- 40 -
Imagen 40. Adaptador de red.....	- 40 -
Imagen 41. Resumen de la activación de la licencia	- 40 -
Imagen 42. Colas de llamada	- 41 -
Imagen 43. Configuración de las colas de llamada (I)	- 41 -
Imagen 44. Configuración de las colas de llamada (II)	- 42 -
Imagen 45. IVRs.....	- 42 -
Imagen 46. Configuración de la IVR "Menú de entrada"	- 43 -
Imagen 47. Horario de oficina.....	- 43 -
Imagen 48. Días festivos.....	- 44 -
Imagen 49. Desarrollos implementados	- 44 -
Imagen 50. Ubicación de las copias de seguridad	- 45 -
Imagen 51. Configuración de las copias de seguridad	- 45 -
Imagen 52. Configuración de la troncal SIP	- 46 -
Imagen 53. Regla entrante	- 46 -
Imagen 54. Reglas salientes	- 47 -

Imagen 55. Configuración de la troncal en la centralita 3CX	- 47 -
Imagen 56. Configuración de la troncal en la centralita UCM6302	- 48 -
Imagen 57. Configuración de la regla saliente de la centralita 3CX	- 48 -
Imagen 58. Regla entrante de la centralita Grandstream UCM6302	- 49 -
Imagen 59. Configuración de la regla saliente de la centralita Grandstream UCM6302	- 49 -
Imagen 60. Reglas entrantes de la centralita 3CX	- 50 -
Imagen 61. Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6302.....	- 50 -
Imagen 62. Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6304.....	- 51 -
Imagen 63. Configuración de la regla saliente de la centralita Grandstream UCM6302	- 51 -
Imagen 64. Configuración de la regla entrante de la centralita Grandstream UCM6304	- 52 -
Imagen 65. Configuración de la regla saliente de la centralita Grandstream UCM6304	- 52 -
Imagen 66. Configuración de la regla entrante de la centralita Grandstream UCM6302	- 53 -
Imagen 67. Cambio de la contraseña de acceso web al teléfono GXP1628	- 53 -
Imagen 68. Configuración de fecha y hora del teléfono GXP1628.....	- 54 -
Imagen 69. Configuración del tipo de transferencia del teléfono GXP1628	- 54 -
Imagen 70. Configuración de los datos de registro de la extensión 101	- 55 -
Imagen 71. Configuración de las teclas MPK del teléfono GXP1628	- 55 -
Imagen 72. Teléfono GXP1628 configurado con la extensión 101 de la centralita UCM6302.....	- 56 -
Imagen 73. Configuración del teléfono desde 3CX (I)	- 56 -
Imagen 74. Configuración del teléfono desde 3CX (II)	- 57 -
Imagen 75. Configuración del teléfono desde 3CX (III)	- 57 -
Imagen 76. Configuración del autoprovisionamiento en el teléfono GXP1628.....	- 58 -
Imagen 77. Configuración de las teclas MPK del teléfono GXP1628	- 58 -
Imagen 78. Teléfono GXP1628 configurado con la extensión 102 de la centralita 3CX	- 59 -
Imagen 79. Correo de bienvenida a Wave	- 59 -
Imagen 80. Aplicación móvil Wave (I).....	- 60 -
Imagen 81. Aplicación móvil Wave (II).....	- 60 -
Imagen 82. Aplicación para ordenador Wave	- 60 -
Imagen 83. Código QR de la extensión 102 de la centralita 3CX	- 61 -
Imagen 84. Aplicación móvil 3CX (I).....	- 61 -
Imagen 85. Aplicación móvil 3CX (II).....	- 61 -
Imagen 86. Correo de bienvenida a 3CX	- 62 -
Imagen 87. Elección de contraseña para 3CX	- 62 -
Imagen 88. Panel de 3CX desde el cliente web	- 63 -

Índice de Tablas

Tabla 1. Extensiones de la centralita Grandstream UCM6302	- 21 -
Tabla 2. Llamadas salientes de la centralita Grandstream UCM6302.....	- 23 -
Tabla 3. Extensiones de la centralita 3CX.....	- 24 -
Tabla 4. Llamadas salientes de la centralita 3CX	- 28 -

1. Introducción

En el presente documento, se van a exponer las tareas realizadas para el Trabajo Final de Grado, así como las conclusiones obtenidas tras su realización. Además, se va a explicar el marco teórico en el que se apoya el trabajo.

1.1. Motivación

La idea de realizar un Trabajo Final de Grado enfocado en la telefonía IP surge a raíz de las prácticas de empresa realizadas en la empresa Fabertelecom.

Durante las prácticas de empresa, se han desempeñado diversas tareas relacionadas con la telefonía IP, tales como el mantenimiento de sistemas telefónicos y la configuración y puesta en marcha de centralitas y teléfonos IP.

A medida que desempeñaba esas tareas, aprendía más sobre la telefonía IP y comprendía la importancia y la gran cantidad de beneficios que tiene.

Además, se trata de una solución que no es impartida en ninguna asignatura del Grado en Ingeniería Informática, lo cual despertaba aún más mi interés en el tema.

Por otro lado, la telefonía IP tiene gran importancia en el mundo actual, por lo que el conocimiento y las habilidades en la configuración y gestión son altamente valorados.

1.2. Objetivos

En primer lugar, uno de los objetivos de la realización del proyecto consiste en el estudio de la telefonía IP, su funcionamiento y el de los protocolos implicados.

Seguidamente, el objetivo principal consiste en poner en marcha y configurar dos centralitas IP, interconectar centralitas empleando diferentes métodos e integrar teléfonos IP y softphones.

Además, se pretende optimizar el uso de la telefonía IP mediante técnicas de configuración avanzadas.

Por otro lado, el desarrollo de este trabajo también tiene como objetivo una función educativa, intentando despertar el interés de futuros alumnos sobre un tema que no pueden aprender en ninguna asignatura, ofreciendo un posible punto de partida.

Por último, otro de los objetivos que se persiguen, consiste en mostrar cuáles son los posibles beneficios obtenidos a través del uso de la telefonía IP en un entorno empresarial.

1.3. Estructura de la memoria

A continuación, se va a explicar la estructura que sigue este mismo documento.

En primer lugar, en el apartado “1. Introducción”, se exponen la motivación y los objetivos del desarrollo del trabajo, así como la explicación de la estructura de la propia memoria.

Seguidamente, se ha contextualizado el trabajo en “2. Marco teórico”, donde se explica toda la base teórica en la que se envuelven las diferentes soluciones implementadas.

A continuación, en el apartado “3. Diseño de la solución”, se ha explicado detalladamente cuál ha sido la solución implementada.

Además, en la sección “4. Desarrollo de la solución”, se expone cómo se ha llevado a cabo la implementación del diseño realizado previamente.

Por otro lado, se han explicado las conclusiones obtenidas con el desarrollo del Trabajo Final de Grado en “5. Conclusiones”.

Por último, en el apartado “6. Bibliografía”, se han enumerado las diferentes fuentes de información empleadas durante el desarrollo del trabajo.

2. Marco teórico

2.1. Introducción a la telefonía IP

La telefonía IP, también conocida como VoIP (Voice over Internet Protocol) es una solución que ha evolucionado y ha adquirido protagonismo durante las tres últimas décadas. Casi en su totalidad, esto ha sido posible gracias al crecimiento y al desarrollo de las redes IP.

Esta solución surgió en un contexto de evolución de las tecnologías empleadas para transmitir datos y voz. En la telefonía analógica se emplean circuitos conmutados, en cambio, la telefonía IP aprovecha las redes existentes para transmitir las señales de voz convertidas en paquetes de datos.

Por lo tanto, la telefonía IP se convirtió en una gran alternativa a la telefonía tradicional. Esto se debe en gran parte a la convergencia de voz y datos, es decir, la creación de redes que pueden transportar una multitud de tipos de datos, incluida la voz.

Ventajas de la telefonía IP sobre la telefonía analógica

A continuación, se van a comentar las principales ventajas de la telefonía IP respecto a la telefonía analógica.

Una de las principales ventajas, es que en la telefonía IP se elimina el uso de una infraestructura dedicada únicamente para ese servicio, ya que se aprovechan las redes existentes. En cambio, para la telefonía analógica es necesario mantener una infraestructura pensada únicamente para ese servicio.

Por otro lado, en el caso de la telefonía IP se pueden realizar y recibir llamadas desde cualquier lugar en el que se disponga de acceso a Internet. En cambio, con la telefonía analógica, las llamadas se realizan a través de líneas telefónicas físicas fijas, lo cual limita su uso a un lugar específico donde esté realizada la instalación.

También cabe destacar que los sistemas de telefonía IP son altamente escalables, ya que resulta mucho más económico que en el caso de la telefonía tradicional, donde sería necesario llevar a cabo una instalación de nuevas líneas físicas.

Otra ventaja de la telefonía IP respecto a la telefonía analógica, es que en el caso de la primera es posible implementar sistemas automatizados y personalizar la atención al cliente, mientras que con la telefonía tradicional no se puede.

Por otro lado, con la telefonía IP, siempre y cuando se disponga de un ancho de banda suficiente y se empleen códecs avanzados, la calidad de la voz mejora notablemente respecto a la ofrecida por la telefonía analógica.

Además, la telefonía IP permite el uso de funciones avanzadas, así como la integración con diferentes servicios de comunicación, dando lugar a soluciones de comunicación unificadas.

Por último, es posible configurar, monitorear y analizar los sistemas de telefonía IP de forma remota, lo cual reduce el número de actuaciones físicas y mejora notablemente la gestión.

En definitiva, las ventajas de la telefonía IP sobre la analógica son numerosas. Este es el motivo por el que resulta mucho más atractiva, destacando su reducción de costes, su flexibilidad, su funcionalidad y su facilidad de gestión.

2.2. Funcionamiento de la telefonía IP

Tras comentar los motivos por los que la telefonía IP se convirtió en una solución tan práctica y rentable, se va a explicar cuál es su funcionamiento.

Los elementos implicados en un sistema de telefonía IP son los siguientes:

- **Cliente:** es el dispositivo empleado por el usuario final, ya sea un teléfono IP, una aplicación (softphone) o un teléfono convencional con un adaptador que permita su uso. Es el encargado de iniciar las llamadas y también recibe notificaciones de llamadas entrantes. Además, convierte la voz analógica en datos digitales que serán enviados por la red IP y viceversa.
- **Servidor:** se trata del servidor de llamadas o PBX (Private Branch Exchange). Es el encargado de gestionar las comunicaciones y realizar la señalización entre clientes. Las operaciones que realiza son el registro de usuarios, el establecimiento de llamadas, y la gestión de funciones avanzadas.
- **Gateway:** actúa como puente entre la red de telefonía IP y otras redes de telecomunicaciones, como por ejemplo la red telefónica conmutada (PSTN) o las redes móviles. Se encarga principalmente de la conversión de protocolos, del ruteo de llamadas y de la gestión del tráfico.

Para realizar una llamada, en primer lugar, se inicia la llamada desde un cliente y la voz se digitaliza y se convierte en paquetes de datos.

Seguidamente, el servidor recibe la solicitud de llamada, autentica al usuario y establece la conexión con el destinatario, ya sea dentro de la misma red IP o a través de un gateway si el destinatario está en una red diferente.

Si la llamada debe salir de la red IP hacia la PSTN o hacia una red móvil, el gateway convierte los paquetes de datos en señales compatibles con esas redes y enruta la llamada al destinatario.

Por lo tanto, el funcionamiento de una llamada se podría simplificar en los siguientes puntos:

- **Conversión de la voz:** Al realizar una llamada, la señal de voz es capturada y convertida a formato digital mediante la conversión analógico-digital (ADC).
- **Uso de paquetes de datos digitales:** Los datos digitales se dividen en pequeños paquetes, de manera similar a como se envían los archivos por Internet. Estos paquetes se etiquetan con información relevante, como quién llama y quién es el destinatario de la llamada.
- **Transporte por internet:** Los paquetes de datos viajan por la red hasta llegar al proveedor de VoIP.
- **Uso de códecs:** Los códecs se utilizan para comprimir los datos, ahorrando ancho de banda y garantizando una calidad de llamada adecuada.
- **Enrutamiento:** El proveedor de VoIP decide a dónde enviar la llamada en función del número del destinatario.
- **Conversión a voz:** En el extremo del destinatario, ya sea otro dispositivo VoIP, un teléfono tradicional o un teléfono móvil, los paquetes de datos se convierten nuevamente en una señal analógica mediante un convertidor digital-analógico (DAC).
- **Recepción de la voz:** Finalmente, el destinatario escucha la voz a través del dispositivo que esté utilizando.

Códecs utilizados en la telefonía IP

Los códecs permiten llevar a cabo la codificación y la compresión de los datos para poder transmitirlos a través de las redes IP. A continuación, se muestran los códecs más utilizados:

- **G.711:** Es uno de los códecs más antiguos y ampliamente utilizados en telefonía IP. Utiliza una tasa de muestreo de 64 kbps y ofrece una calidad de voz muy alta.
- **G.729:** Se trata de un códec de baja tasa de bits que comprime el audio a 8 kbps. Consume menos ancho de banda, lo que lo hace ideal para redes con limitaciones de ancho de banda.

- G.722: En este caso, se utiliza una tasa de muestreo de 48, 56 o 64 kbps. Dado que utiliza una mayor banda ancha de frecuencias de audio, ofrece mejor calidad de audio.

En definitiva, los códecs son fundamentales porque determinan cómo se codifica y decodifica la voz para ser transmitida a través de la red IP. En función de cuál se use, las ventajas son unas u otras.

2.3. Protocolos utilizados en la telefonía IP

A continuación, se van a explicar algunos de los protocolos más importantes que son utilizados en la telefonía IP, como son los protocolos H.323, RTP, RTCP, SIP e IAX.

H.323 (ITU Telecommunication Standardization Sector)

H.323 es un conjunto de estándares definidos por la International Telecommunication Union para la comunicación multimedia sobre redes IP. Es uno de los primeros protocolos utilizados para la telefonía IP y abarca la señalización, el transporte y el control de llamadas.

Proporciona un marco completo para la comunicación de voz, video y datos a través de redes IP, incluyendo la señalización de llamadas, el control de sesiones, el transporte de datos multimedia y la gestión de conferencias.

Aunque ha sido superado en popularidad por SIP, H.323 sigue siendo utilizado en muchas implementaciones de telefonía IP, especialmente en entornos corporativos y redes de videoconferencia.

RTP (Real-time Transport Protocol)

RTP es un protocolo de transporte utilizado para la entrega de datos en tiempo real sobre redes IP. Por ejemplo, los datos transportados pueden ser audio y video.

Es un protocolo esencial que proporciona un mecanismo para la segmentación de datos en paquetes, su transporte y su reconstrucción en el destino.

RTP se utiliza en conjunto con otros protocolos de señalización (como SIP y H.323) para la transmisión de medios en aplicaciones de telefonía IP y videoconferencia.

RTCP (Real-time Transport Control Protocol)

RTCP es un protocolo complementario a RTP y proporciona información relacionada con el control y la calidad de servicio.

Se trata de un protocolo empleado para monitorear la calidad de servicio, recopilar estadísticas de la sesión, y sincronizar flujos multimedia.

Junto con RTP, RTCP es fundamental para garantizar una experiencia de comunicación con una calidad adecuada en aplicaciones de telefonía IP y videoconferencia.

SIP (Session Initiation Protocol)

SIP es el protocolo de señalización dominante en la telefonía IP actual debido a su simplicidad, interoperabilidad y capacidad para integrarse con otros servicios de comunicación.

Su función principal es establecer, modificar y finalizar sesiones de comunicación multimedia, como llamadas de voz y video, conferencias y mensajería instantánea. Las características más importantes de SIP incluyen:

- **Funcionamiento:** el protocolo SIP opera en la capa de aplicación del modelo OSI y sigue un enfoque cliente-servidor similar al de HTTP. Además, utiliza mensajes de texto plano para iniciar, modificar y terminar sesiones.
- **Componentes:** En una llamada SIP típica, los componentes involucrados son el Usuario Final (UAC), que inicia la sesión, y el Agente de Usuario de Servicio (UAS), que responde a la solicitud de sesión. También existen servidores SIP, como los servidores de proxy y los servidores de registro, que ayudan a enrutar y gestionar las llamadas.
- **Direccionamiento e identificación:** el protocolo emplea direcciones SIP identificadas por un URI (Uniform Resource Identifier), las cuales se asignan a los usuarios y se emplean para ubicar los recursos en la red. Estas direcciones son similares a las direcciones de correo electrónico y tienen la forma "sip@dominio".
- **Establecimiento de sesión:** El proceso de establecimiento de sesión SIP implica una serie de intercambios de mensajes entre el UAC y el UAS. Además, puede involucrar mensajes adicionales para negociar parámetros de la sesión, como códecs de audio y video.

En definitiva, el protocolo SIP se utiliza para iniciar y controlar llamadas de voz, video y mensajería instantánea sobre redes IP. Proporciona una arquitectura flexible y escalable para servicios de comunicación avanzados.

IAX (Inter-Asterisk eXchange Protocol)

IAX es un protocolo diseñado por la empresa Digium específicamente para el software de PBX Asterisk, aunque también puede ser utilizado por otros sistemas. Sus aspectos más importantes son:

- **Funcionamiento:** IAX está diseñado para ser eficiente y simplificar la comunicación entre los servidores Asterisk. A diferencia de SIP, que utiliza múltiples puertos TCP y UDP para diferentes funciones, IAX opera en un solo puerto para todas las comunicaciones, generalmente el 4569.
- **Compresión de datos y control de ancho de banda:** IAX incluye soporte nativo para la compresión de datos, lo que puede reducir significativamente el ancho de banda necesario para las llamadas. También permite un control de ancho de banda dinámico, lo que lo convierte en un protocolo adecuado para redes con limitaciones de ancho de banda.
- **Seguridad:** IAX incluye características de seguridad integradas, como la autenticación y el cifrado de las comunicaciones. Por lo tanto, es adecuado para implementaciones en redes públicas o no confiables.
- **Compatibilidad con elementos multimedia:** Aunque inicialmente fue diseñado para soportar voz, IAX también puede transportar otros tipos de contenido multimedia, como video y datos, lo que lo hace versátil para una variedad de aplicaciones.

Como conclusión, el protocolo IAX destaca debido a su simplicidad, eficiencia en el uso de ancho de banda y facilidad de configuración, especialmente en entornos que utilizan Asterisk como plataforma de PBX.

Troncales en la telefonía IP

En telefonía IP, una troncal se refiere a una conexión compartida la cual permite la transmisión de múltiples llamadas telefónicas a través de una sola línea de comunicación.

Las troncales son esenciales en los sistemas de telefonía IP, ya que permiten gestionar el tráfico de llamadas de manera eficiente y económica. Existen diferentes tipos de troncales, entre las cuales destacan las troncales SIP y las troncales IAX.

En el caso de las troncales SIP, se utiliza el protocolo SIP para establecer, gestionar y finalizar sesiones de comunicación de voz y video sobre redes IP. Se trata de las troncales más utilizadas.

Por otro lado, las troncales IAX se emplean principalmente para conectar servidores Asterisk entre sí y para transportar llamadas VoIP. Es una alternativa al protocolo SIP y tiene algunas ventajas específicas en ciertos escenarios.

2.4. Comunicación entre cliente y servidor en la telefonía IP

La comunicación entre el cliente y el servidor en un sistema de telefonía IP se realiza mediante diversos protocolos y procesos específicos. A continuación, se va a describir el proceso, enfocándolo en el uso del protocolo SIP.

Registro del cliente

Cuando un cliente (teléfono IP o softphone) se enciende, envía un mensaje SIP REGISTER al servidor SIP para registrarse en la red a través del puerto 5060 UDP/TCP.

El servidor SIP responde con un requerimiento de autenticación. El cliente debe responder con las credenciales correctas (nombre de usuario y contraseña).

Una vez autenticado, el servidor SIP registra la dirección IP y el puerto del cliente y responde con un mensaje SIP 200 OK, confirmando el registro.

Establecimiento de llamadas

Para iniciar una llamada, el cliente A envía un mensaje SIP INVITE al servidor SIP, especificando el destino (por ejemplo, el URI del cliente B), usando el puerto 5060 UDP/TCP.

El servidor SIP localiza al cliente B mediante su dirección registrada y reenvía el INVITE al cliente B.

El cliente B responde con un mensaje SIP 180 Ringing, indicando que está sonando y luego envía un mensaje SIP 200 OK, indicando que ha aceptado la llamada.

El cliente A envía un mensaje SIP ACK al cliente B a través del servidor SIP, confirmando que la llamada se ha establecido.

Transmisión de datos de voz

Una vez establecida la llamada, los datos de voz se transmiten directamente entre los clientes A y B usando RTP a través de puertos UDP dinámicos, comúnmente en el rango 1024-65535.

Los datos de voz se codifican en paquetes digitales utilizando códecs y se transmiten a través de las redes IP.

Los paquetes RTP contienen los datos de voz y se envían a través de las redes IP. Además, en el destino serán reensamblados para reproducir el audio.

Terminación de la llamada

Para finalizar la llamada, cualquiera de los clientes puede enviar un mensaje SIP BYE al servidor SIP a través del puerto 5060 UDP/TCP.

El servidor SIP reenvía el BYE al otro cliente, quien responde con un mensaje SIP 200 OK, confirmando la terminación de la llamada.

Flujo de señalización SIP en una llamada

En la siguiente imagen se muestra el flujo típico de señalización SIP para una llamada telefónica entre los usuarios A y B:

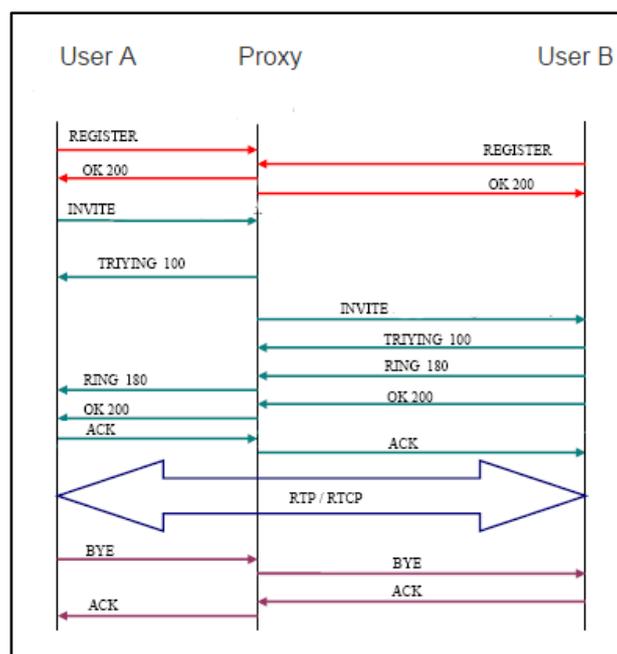


Imagen 1. Flujo de señalización SIP

2.5. Utilidad de la telefonía IP en un entorno empresarial

El uso de la telefonía IP en un contexto empresarial ofrece una gran cantidad de beneficios significativos. A continuación, se muestran algunas de las principales utilidades de la telefonía IP en un entorno empresarial.

Reducción de costes

Al unificar las redes de datos y voz en una sola infraestructura, se reducen los costes operativos y de mantenimiento.

Muchas soluciones de VoIP eliminan tarifas adicionales, como cargos por llamadas internas o entre oficinas de diferentes ubicaciones.

Flexibilidad y escalabilidad

Añadir nuevas líneas o extensiones resulta más fácil y económico, ya que no se requiere la instalación de nuevo cableado físico.

Los empleados pueden utilizar softphones en sus ordenadores portátiles o en sus dispositivos móviles, permitiéndoles hacer y recibir llamadas desde cualquier lugar con conexión a Internet.

La telefonía IP se puede integrar con otras aplicaciones empresariales como CRM, ERP y sistemas de gestión de proyectos, mejorando la eficiencia y la productividad.

Características avanzadas

La telefonía IP ofrece características avanzadas como la grabación de llamadas, la transferencia de llamadas o la posibilidad de vincular el buzón de voz con un correo electrónico.

Es posible implementar sistemas IVR (Interactive Voice Response) para manejar llamadas entrantes y dirigirlos al departamento o persona correcta, mejorando la eficiencia del servicio al cliente.

Además, se realiza una gestión eficiente de las llamadas entrantes mediante las colas de llamadas y la distribución automática a los agentes disponibles.

Mantenimiento y gestión simplificada

La mayoría de centralitas suelen ofrecer una interfaz web para su gestión, facilitando la administración de las líneas telefónicas y las características del sistema.

Las actualizaciones de software y el mantenimiento se pueden realizar de manera más eficiente y con menor interrupción del servicio que en un sistema de telefonía tradicional.

Alta disponibilidad

Las soluciones que utilizan telefonía IP pueden configurarse para redirigir automáticamente las llamadas a ubicaciones alternativas en el caso de que ocurra algún fallo, asegurando la continuidad del negocio.

Analíticas y reportes

Las empresas pueden realizar un seguimiento detallado de las llamadas, incluyendo la duración, el origen y el destino de las llamadas, lo cual proporciona información valiosa para mejorar la eficiencia operativa.

3. Diseño de la solución

A continuación, se va a explicar detalladamente cuál ha sido la solución implementada tanto para la centralita 3CX como para la centralita Grandstream UCM6302, así como para las interconexiones realizadas mediante SIP e IAX.

3.1. Esquema de red

En el caso de ambas centralitas, el esquema de red coincide con el que se muestra en la siguiente imagen. La centralita se encuentra fuera de la red LAN y cuenta con una IP pública desde la cual es accesible. Además, los teléfonos IP y los softphones registran contra esa IP pública o contra el FQDN correspondiente:

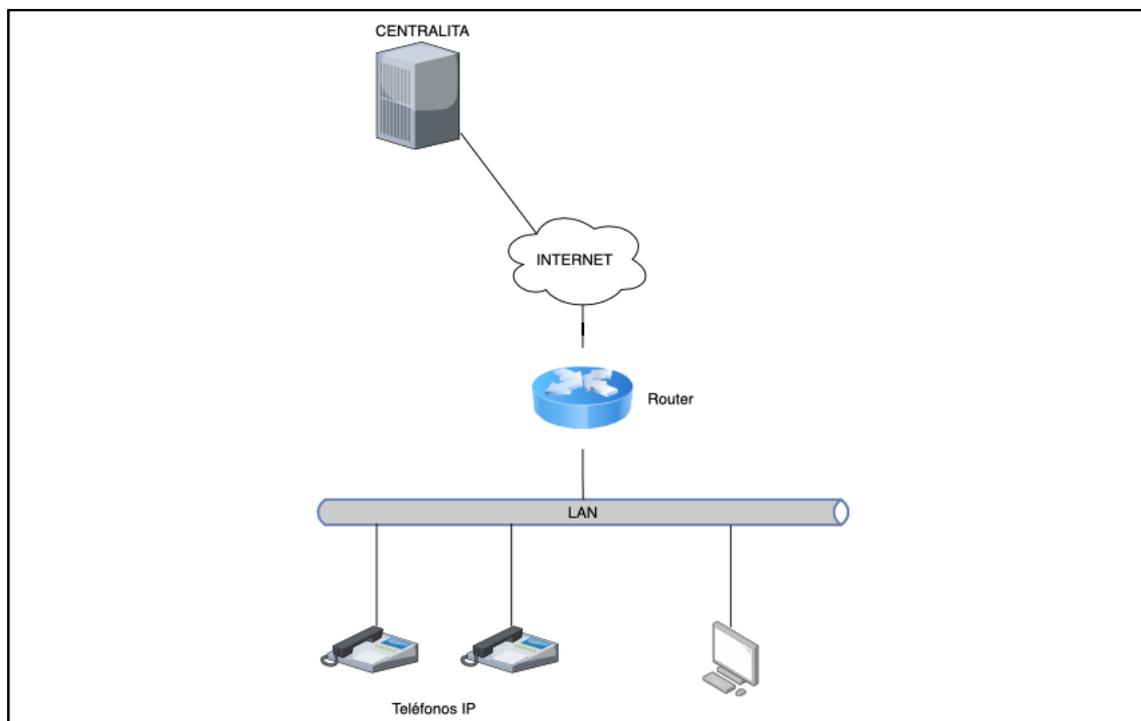


Imagen 2. Esquema de red

3.2. Comunicación entre centralitas y los operadores de telefonía

A continuación, se va a explicar cómo se realiza la comunicación entre las centralitas IP y los operadores de telefonía.

Cada centralita establece una troncal SIP con un servidor alojado en Siptize. Además, Siptize se comunica con Aire Networks, un operador de telefonía IP. A su vez, Aire Networks se comunica con los operadores de telefonía convencionales.

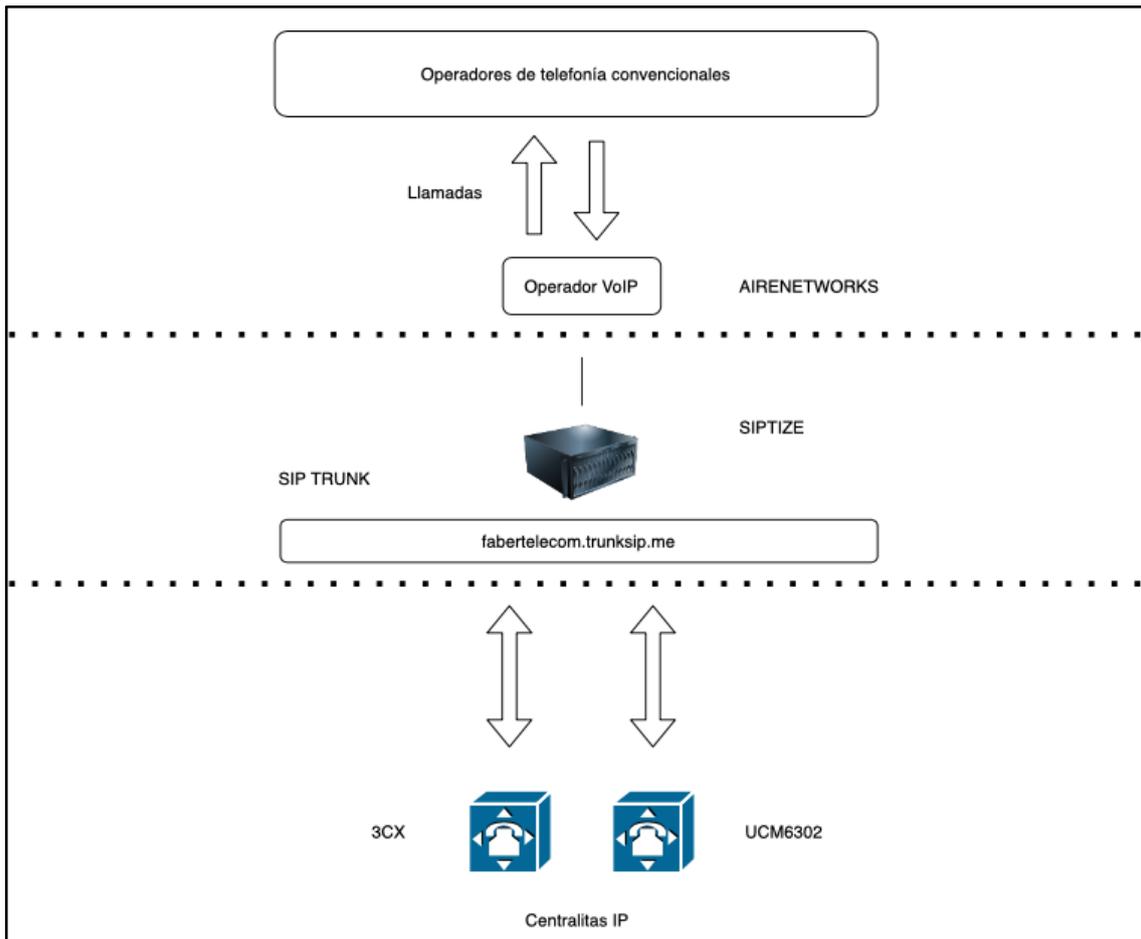


Imagen 3. Comunicación entre las centralitas IP y los operadores de telefonía

3.3. Solución para la centralita Grandstream UCM6302

La centralita Grandstream UCM6302 va a ser puesta en marcha y configurada para poder realizar y recibir llamadas con el número de teléfono 966550409.

En primer lugar, se muestran las extensiones que van a formar parte de la centralita Grandstream UCM6302:

Extensión	Nombre y apellido	Departamento
100	Beatriz Moya	Comercial
101	Andrés Gil	Administración
102	Carolina Iglesias	-
103	Emilio Santos	-
104	Lorena Rivas	-
105	Víctor Cabrera	-
106	Martina Soler	Asistencia técnica
107	Gonzalo Reyes	-
108	Silvia Flores	-
109	Óscar Rojas	Asistencia técnica

110	Sara Montes	Comercial
111	Javier León	Asistencia técnica
112	Patricia Herrera	-
113	Antonio Rivera	Preventa
114	Laura Benítez	-
115	Lucas Gutiérrez	Preventa
116	Estefanía Fernández	Preventa
117	José Navarro	Comercial
118	Elena Medina	Administración
119	Marcos Alonso	Administración

Tabla 1. Extensiones de la centralita Grandstream UCM6302

Explicación del dialplan para las llamadas entrantes

En la siguiente imagen, se muestra una visión general del dialplan que se ha diseñado para la centralita UCM6302:

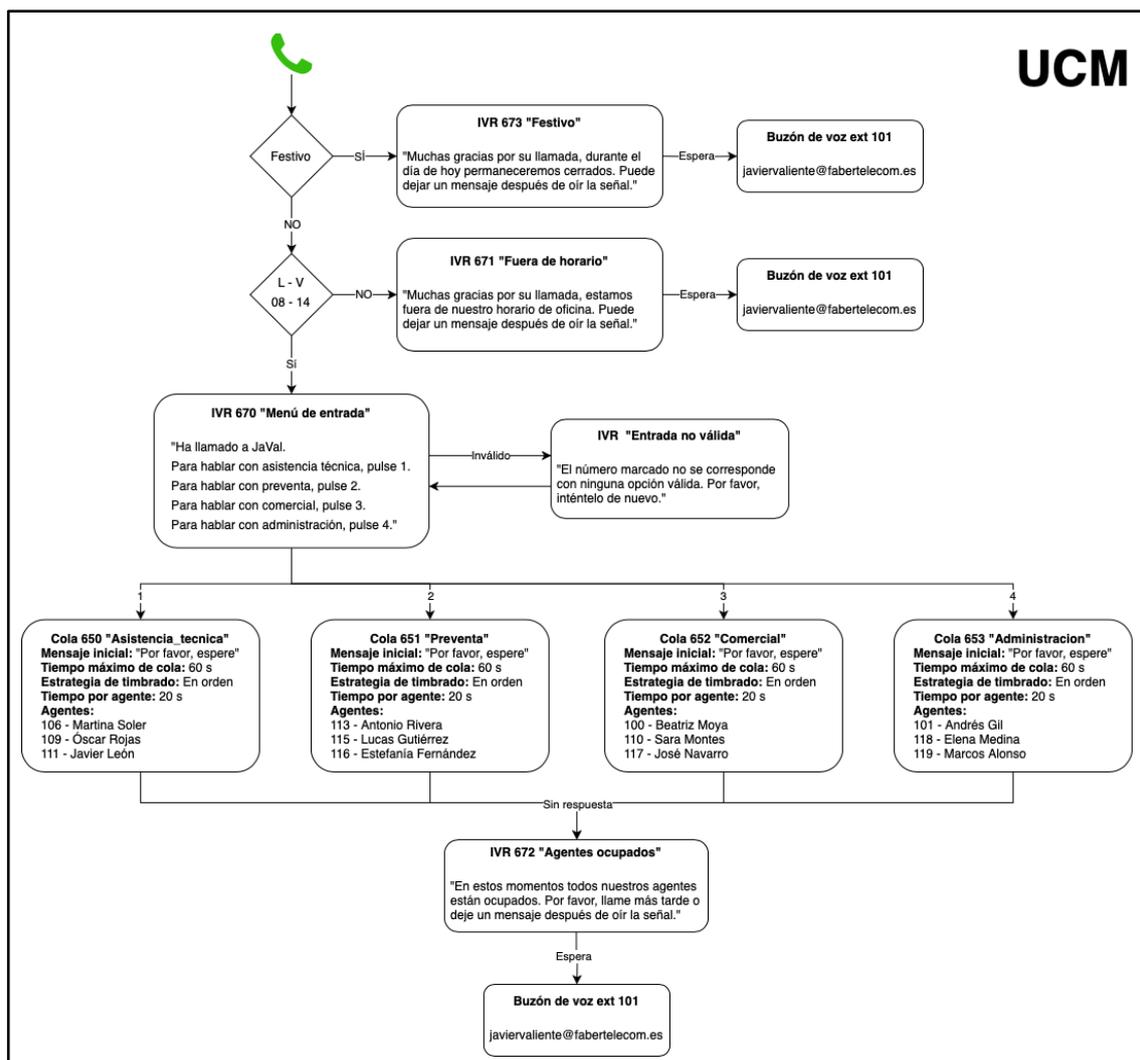


Imagen 4. Dialplan de la centralita UCM6302

A continuación, se va a explicar cada una de las diferentes partes que forman el dialplan anterior.

En primer lugar, si una llamada entrante tiene lugar en un día configurado como festivo, la llamada se envía a una IVR en la que se reproduce una locución informando de que la llamada no va a ser atendida. Seguidamente, la llamada se envía al buzón de voz de la extensión 101 y, en el caso de que se deje un mensaje de voz, este será enviado por correo electrónico a javiervaliente@fabertelecom.es:

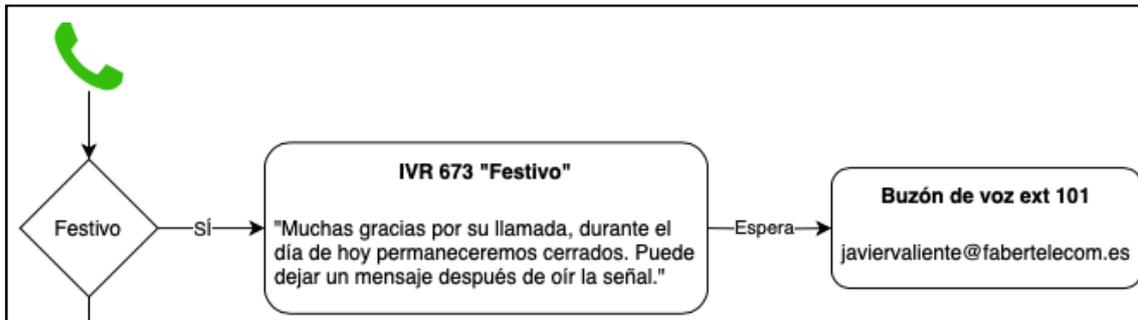


Imagen 5. Día festivo

Por otro lado, si llamada entra fuera del horario de oficina configurado, esta se envía a una IVR que reproduce una locución informando de que se está fuera del horario laboral. A continuación, al igual que en el caso anterior, la llamada termina en el buzón de voz de la extensión 101:

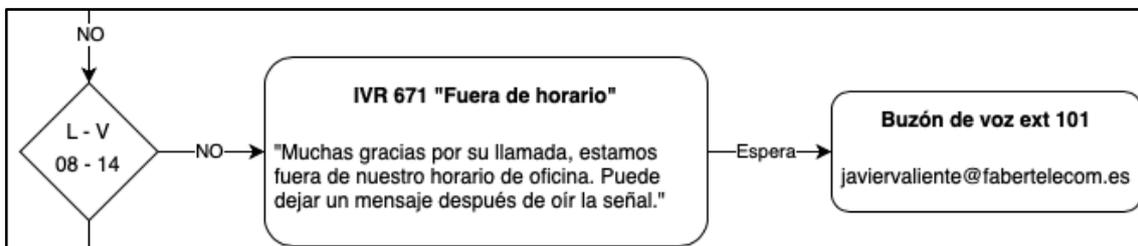


Imagen 6. Fuera de horario

En el caso de que la llamada se produzca dentro del horario laboral, se envía a una IVR en la que se enumeran las diferentes opciones que se pueden pulsar, dependiendo del departamento con el que se quiera hablar.

Si la entrada no es válida, se reproduce un mensaje informativo y la llamada se envía de nuevo a la IVR anterior.

En función de la tecla pulsada por la persona llamante, la llamada se destina a una cola u otra y, al entrar a la cola, se reproduce un mensaje de bienvenida.

Las colas están organizadas por departamentos de trabajo, diferenciándose únicamente en los agentes que forman parte de cada una. La llamada sonará 20 segundos por agente y 60 segundos en total. Además, timbrará siempre siguiendo el mismo orden.

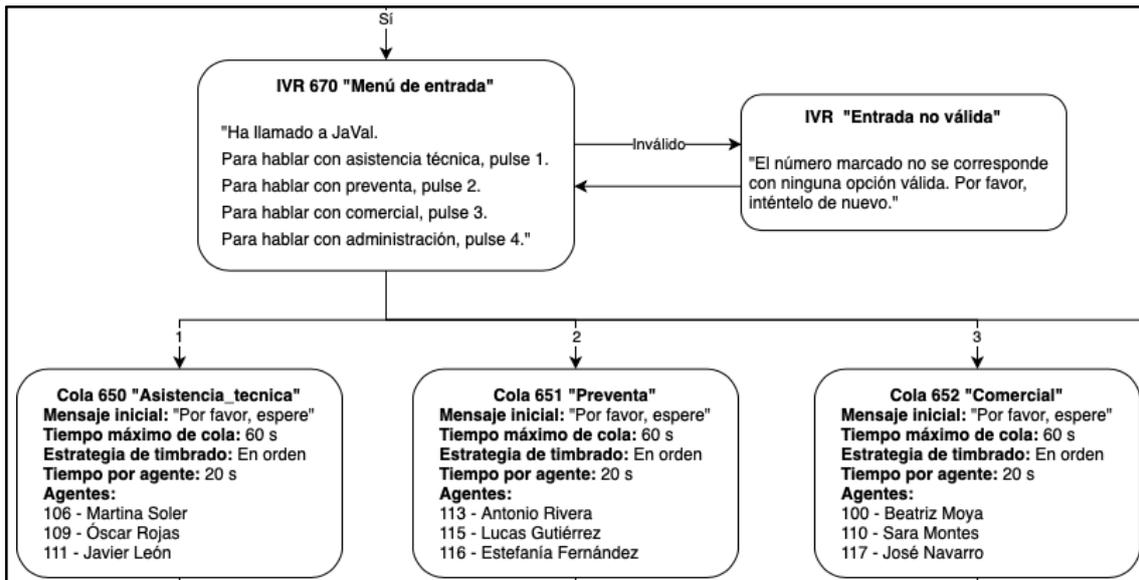


Imagen 7. Menú de entrada y colas de llamada

Por otro lado, si la llamada no es atendida por ninguno de los agentes de la cola, se destina nuevamente al buzón de voz de la extensión 101:

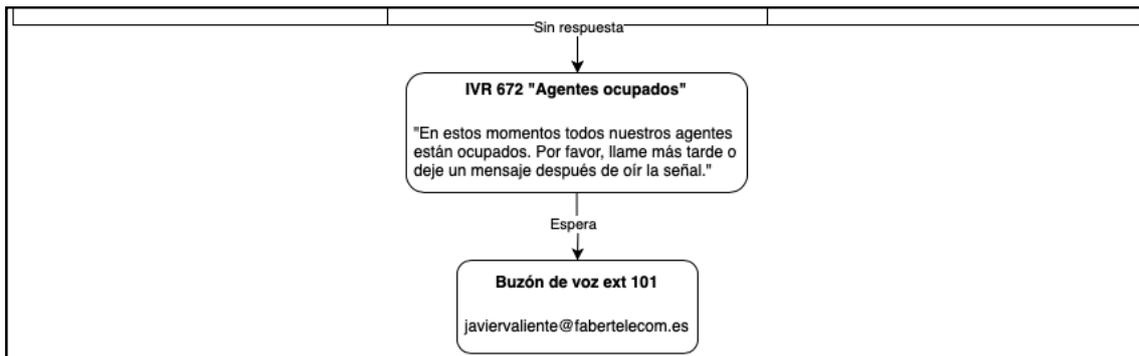


Imagen 8. Agentes ocupados

Llamadas salientes

En la siguiente tabla se muestra el criterio a seguir para las llamadas salientes:

Tipo	Patrón / Número	Nivel de privilegio
Emergencias	061, 062, 080, 085, 088, 091, 092, 112	Interno
Nacionales	6X, 7X, 8X, 9X	Nacional
Internacionales	00X	Internacional
Tarificación especial	803X, 804X, 805X, 806X, 807X, 808X, 809X, 903X, 904X, 905X, 906X, 907X, 908X, 909X	No permitir

Tabla 2. Llamadas salientes de la centralita Grandstream UCM6302

3.4. Solución para la centralita 3CX

La centralita 3CX va a ser puesta en marcha y configurada para poder realizar y recibir llamadas con el número de teléfono 966551057.

En la siguiente tabla es posible observar las extensiones que serán creadas para la centralita 3CX:

Extensión	Nombre y apellido	Departamento	Horario laboral
101	Marta López	Comercial	10:00 – 18:00
102	Alejandro Fernández	Preventa	10:00 – 18:00
103	Ana Martínez	Preventa	08:00 – 16:00
104	Carlos García	Administración	08:00 – 16:00
105	Laura Rodríguez	Asistencia técnica	10:00 – 18:00
106	David Pérez	Administración	10:00 – 18:00
107	Elena Sánchez	Administración	10:00 – 18:00
108	Juan Torres	Comercial	10:00 – 18:00
109	Patricia Gómez	Asistencia técnica	08:00 – 16:00
110	Pablo Díaz	Comercial	08:00 – 16:00
111	Sandra Ruiz	Preventa	10:00 – 18:00
112	Francisco Jiménez	Preventa	08:00 – 16:00
113	María Moreno	Administración	08:00 – 16:00
114	Javier Álvarez	Asistencia técnica	08:00 – 16:00
115	Cristina Romero	Comercial	08:00 – 16:00
116	Sergio Herrera	Asistencia técnica	10:00 – 18:00
117	Paula Castro	-	-
118	Diego Ortiz	-	-
119	Lucía Navarro	-	-
120	Daniel Medina	-	-
121	Isabel Vargas	-	-
122	Adrián Ramos	-	-
123	Marina Blanco	-	-
124	Miguel Cruz	-	-
125	Raquel Herrera	-	-
126	Alberto Ramos	-	-
127	Clara Delgado	-	-
128	Guillermo Molina	-	-
129	Natalia Bravo	-	-
130	Mario Aguilar	-	-

Tabla 3. Extensiones de la centralita 3CX

Explicación del dialplan para las llamadas entrantes

En la siguiente imagen, es posible observar el dialplan que se ha diseñado para la centralita 3CX:

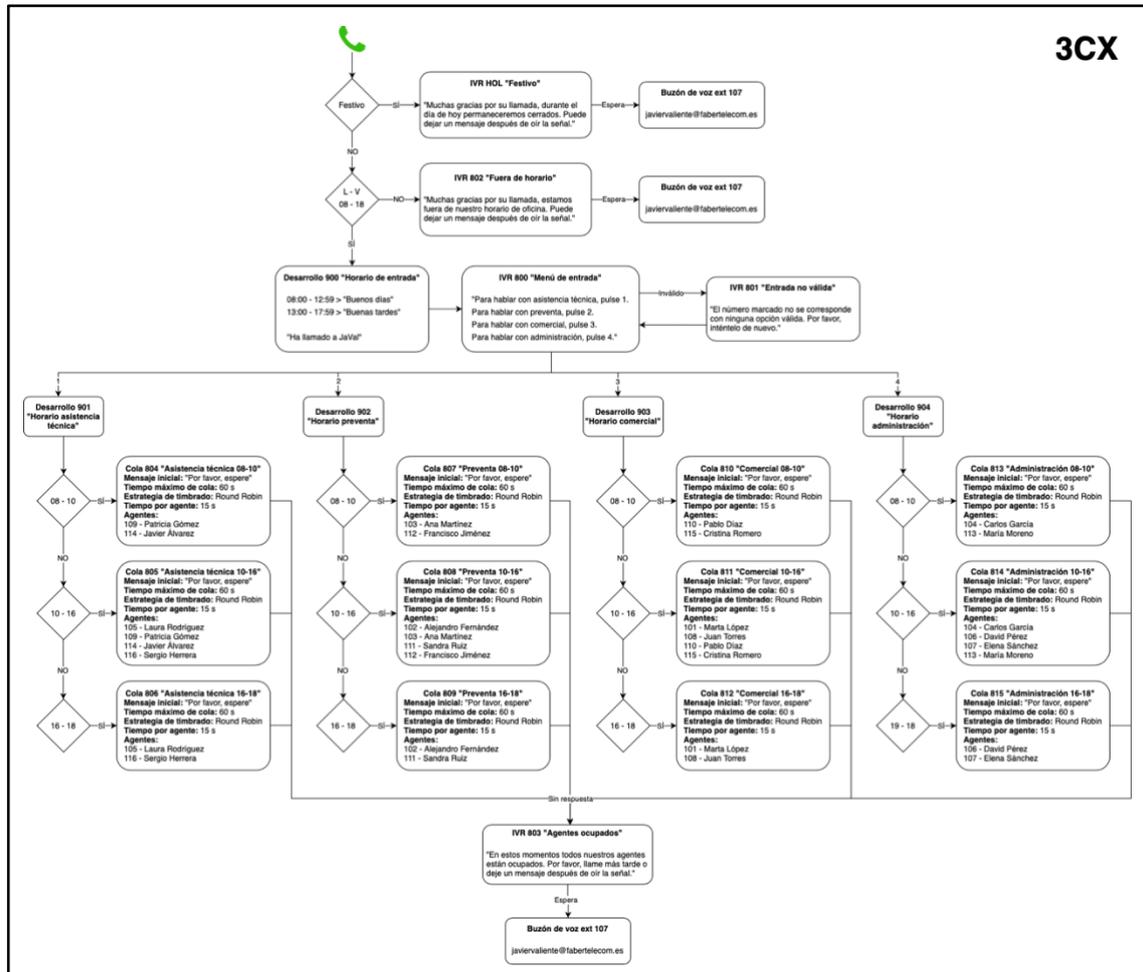


Imagen 9. Dialplan de la centralita 3CX

En primer lugar, si la llamada se realiza en un día festivo, esta se envía a una IVR que reproduce una locución informando sobre ello. Tras la locución, la llamada se envía al buzón de voz de la extensión 107 y, en el caso de que se deje un mensaje de voz, este será enviado por correo electrónico a javiervaliente@fabertelecom.es:

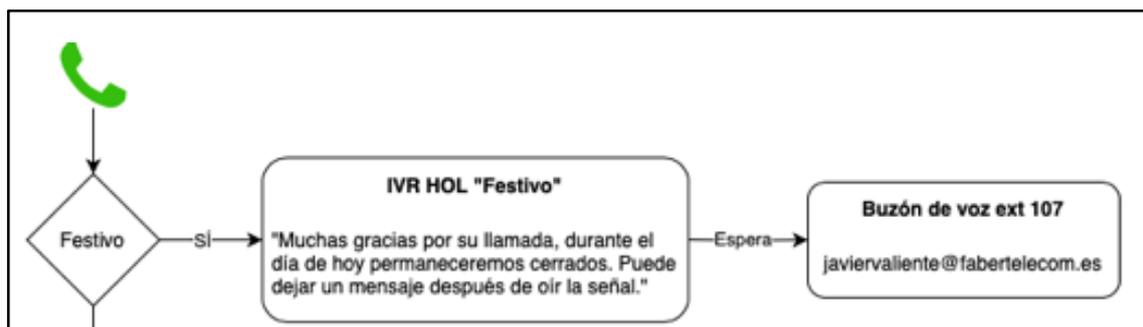


Imagen 10. Día festivo

Por otro lado, si llamada tiene lugar fuera del horario laboral, se desvía a una IVR que reproduce una locución informando de que se está fuera del horario de oficina. A continuación, al igual que en el caso anterior, la llamada se envía al buzón de voz de la extensión 107:

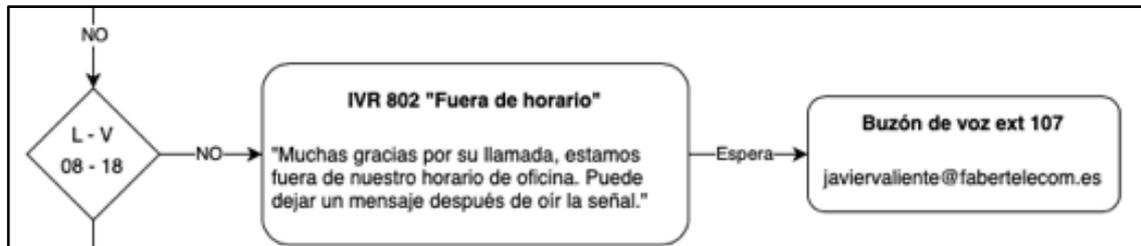


Imagen 11. Fuera de horario

Si la llamada entra dentro del horario laboral, se envía a un desarrollo en el que se reproduce una locución u otra en función de la hora del día.

Tras la locución, la llamada es destinada a una IVR en la que se enumeran las diferentes opciones que se pueden pulsar, dependiendo del departamento con el que se quiera hablar.

Si la entrada no es válida, la llamada se redirige a una IVR que reproduce un mensaje informativo y la llamada se envía de nuevo a la IVR anterior.

En función de la tecla pulsada por la persona llamante, la llamada se destina a un desarrollo o a otro y, dependiendo de la hora del día, ese desarrollo redirige la llamada a la cola correspondiente. Además, al entrar a la cola, se reproduce un mensaje de bienvenida.

Las colas están organizadas por departamentos de trabajo y por horario laboral de los agentes, diferenciándose únicamente en los agentes que forman parte de cada una. La llamada sonará 15 segundos por agente y 60 segundos en total.

Además, cada llamada timbrará siguiendo la estrategia Round Robin, es decir, se distribuirán las llamadas entrantes de manera secuencial y equitativa entre todos los agentes, asegurando que cada uno reciba una llamada antes de que se repita el ciclo.

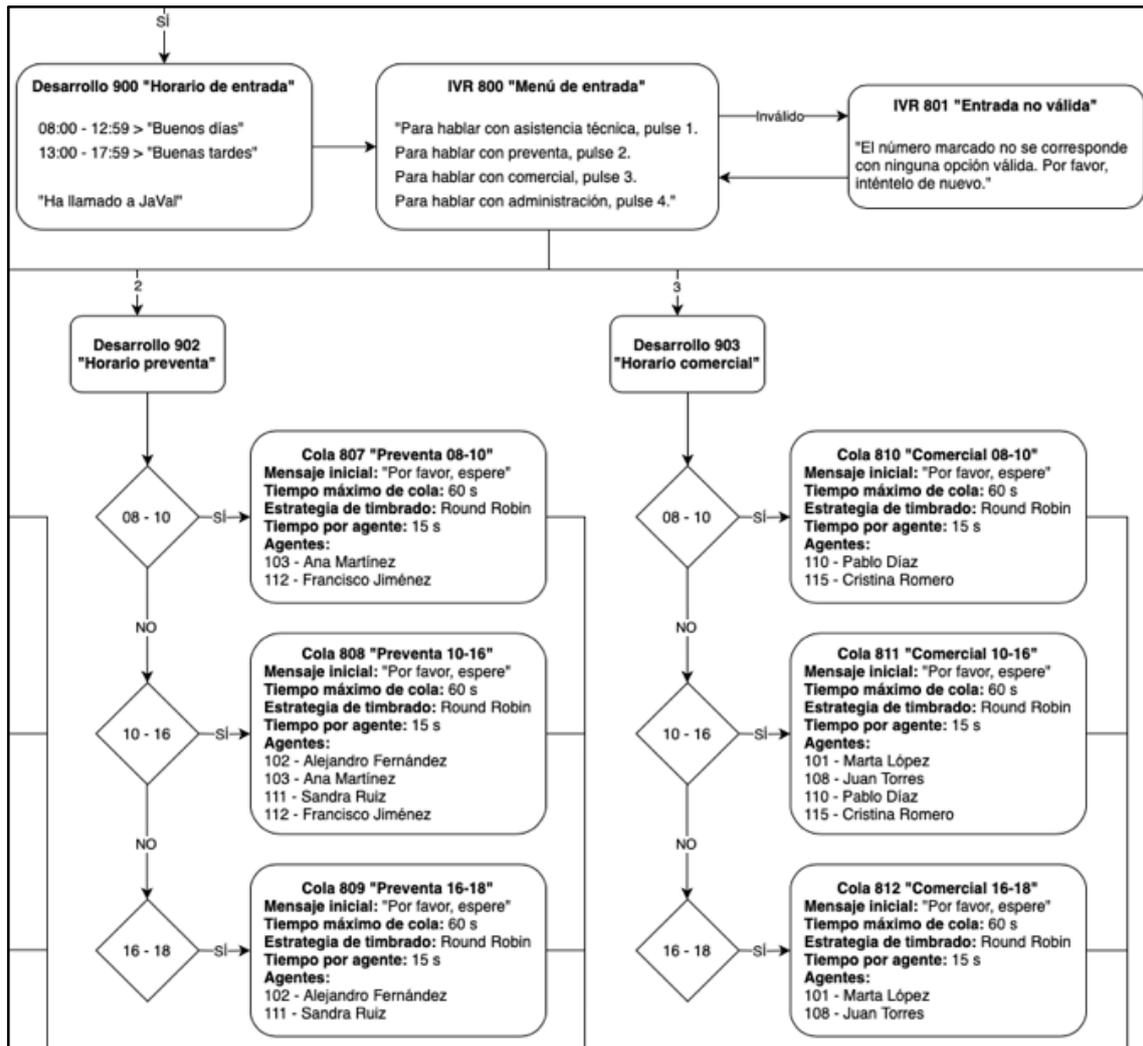
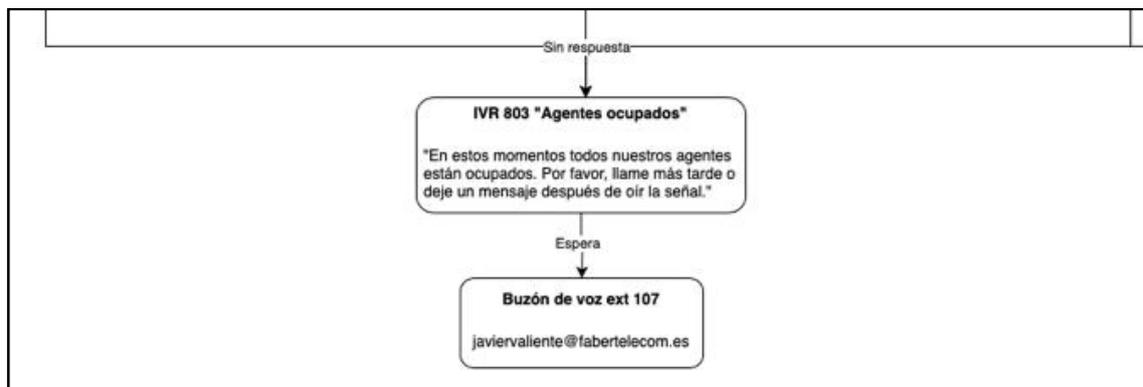


Imagen 12. Desarrollos, menú de entrada y colas de llamada

Por otro lado, si la llamada no es atendida por ninguno de los agentes de la cola, se destina nuevamente al buzón de voz de la extensión 107:



Llamadas salientes

En la siguiente tabla se muestra el criterio a seguir para las llamadas salientes:

Tipo	Patrón / Número	Acción
Emergencias	061, 062, 080, 085, 088, 091, 092, 112	Permitir
Nacionales	6X, 7X, 8X, 9X	Permitir
Internacionales	00X	Bloquear
Tarificación especial	803X, 806X, 807X, 905X, 907X	Bloquear

Tabla 4. Llamadas salientes de la centralita 3CX

3.5. Solución para la interconexión de centralitas mediante una troncal SIP

Para interconectar las centralitas 3CX y Grandstream UCM6302, se ha llevado a cabo la configuración de una troncal SIP. De este modo, será posible realizar llamadas entre las extensiones de ambas centralitas como si fuesen internas.

Para llamar a una extensión de la centralita Grandstream UCM6302 desde la centralita 3CX, será necesario marcar un 8 delante del número de la extensión.

Por otro lado, para realizar llamadas en el sentido contrario, será necesario marcar 9 delante del número de la extensión de la centralita 3CX.

3.6. Solución para la interconexión de centralitas mediante una troncal IAX

En el caso de la interconexión entre las centralitas Grandstream UCM6302 y Grandstream UCM6304, se ha empleado una troncal IAX, ya que estas centralitas están basadas en Asterisk.

En este caso, para realizar una llamada desde la UCM6302 a la UCM6304, simplemente hay que marcar el número de la extensión a la que se desea llamar, ya que las extensiones de la centralita UCM6304 son de cuatro dígitos y todas empiezan por 1.

Por último, para llamar a una extensión de la centralita UCM63032 desde la UCM6304, únicamente será necesario marcar un 8 delante del número de la extensión.

4. Desarrollo de la solución

4.1. Puesta en marcha de la centralita Grandstream UCM6302

En este punto, se ha hecho uso de una centralita Grandstream UCM6302. Tras conectar la centralita a una toma de red, ha obtenido por DHCP la dirección IP 10.0.141.146 y se ha configurado vía web.

Cambio de la contraseña

En primer lugar, se ha cambiado la contraseña que había por defecto por una más segura y se ha establecido el correo electrónico de la centralita:



Imagen 13. Cambio de la contraseña

Configuración provisional de red

A continuación, se ha configurado de manera provisional la centralita para que obtenga dirección IP mediante DHCP:

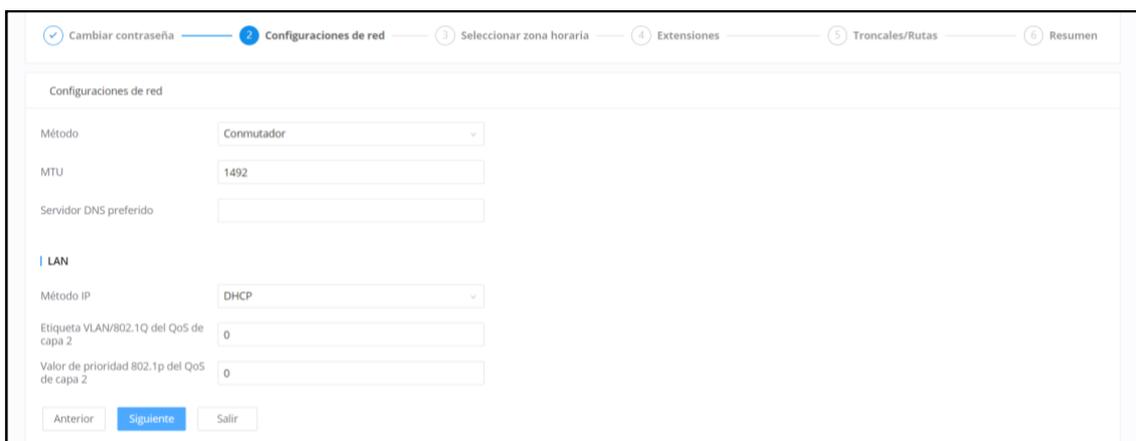


Imagen 14. Configuración provisional de red

Configuración horaria

En este paso, se ha seleccionado la zona horaria de Madrid y se ha seleccionado tanto el formato de la fecha como el formato de la hora:



Imagen 15. Configuración horaria

Creación de las extensiones

En siguiente lugar, se han creado 20 extensiones, comenzando por la número 100. Además, cada extensión tiene una contraseña SIP aleatoria:

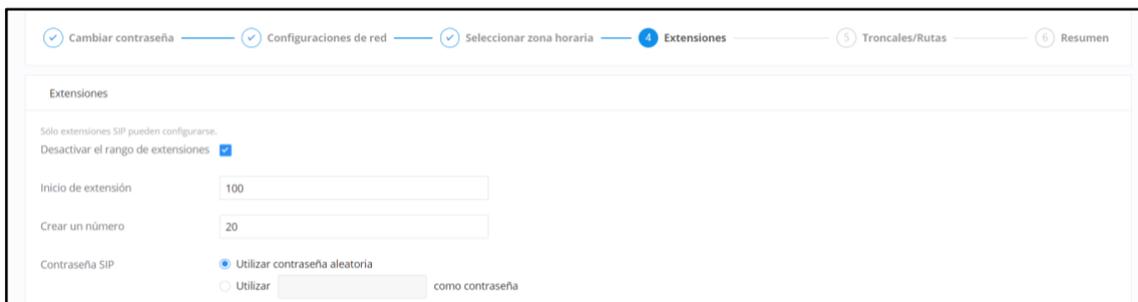


Imagen 16. Creación de las extensiones

Una vez realizada la puesta en marcha, se ha accedido a la centralita vía web. En la siguiente imagen se muestra el tablero de control:

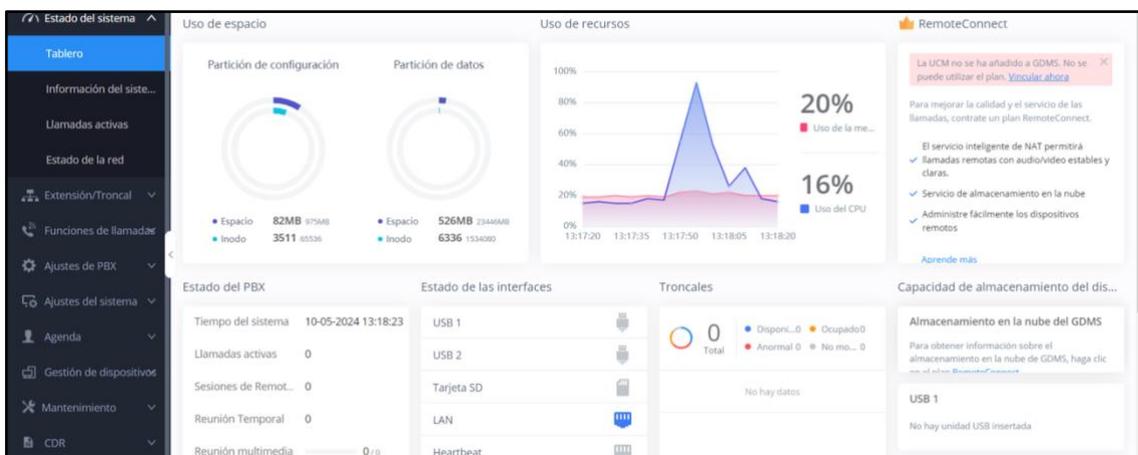


Imagen 17. Tablero de control

A continuación, se ha dado de alta la centralita en <https://eu.gdms.cloud>, la plataforma de que permite configurar y administrar de forma remota las centralitas Grandstream. Para ello, únicamente es necesario introducir la dirección MAC de la centralita:

Imagen 18. Alta en la plataforma

Actualización del firmware

Por último, se ha llevado a cabo una actualización de firmware a la versión más reciente. La versión a la que se ha actualizado es la 1.0.23.17 y se ha realizado desde la plataforma de Grandstream:

Failed 0 / Total 1	All Results	Q Enter MAC/Device Name				
<input type="checkbox"/>	MAC Address	Device Name	Model	Device Status	Run Time	Result
<input type="checkbox"/>	C0:74:AD:FF:56:66	TFG Javier ...	UCM6302	Online	21/05/2024 13:34	Success

Total 1

10/page

Buttons: Cancel, Run Again

Imagen 19. Actualización del firmware

4.2. Configuración de la centralita Grandstream UCM6302

En este apartado, se va a explicar paso por paso la configuración que se ha realizado para la centralita Grandstream UCM6302.

Configuración de red

En primer lugar, se ha configurado un cliente de PPPoE haciendo uso de las credenciales necesarias. De este modo, la centralita sea accesible mediante la IP pública 154.46.40.245:

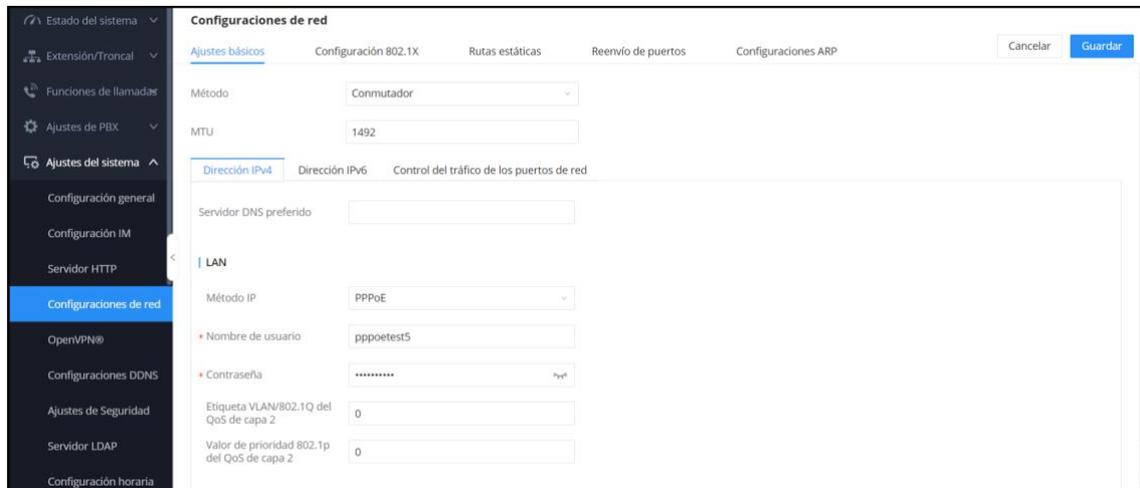


Imagen 20. Configuración del cliente PPPoE

Configuración del correo electrónico

A continuación, se ha configurado la dirección de correo electrónico sistemasfaber@gmail.com, que será usado por la centralita para enviar avisos y correos de bienvenida a las extensiones:

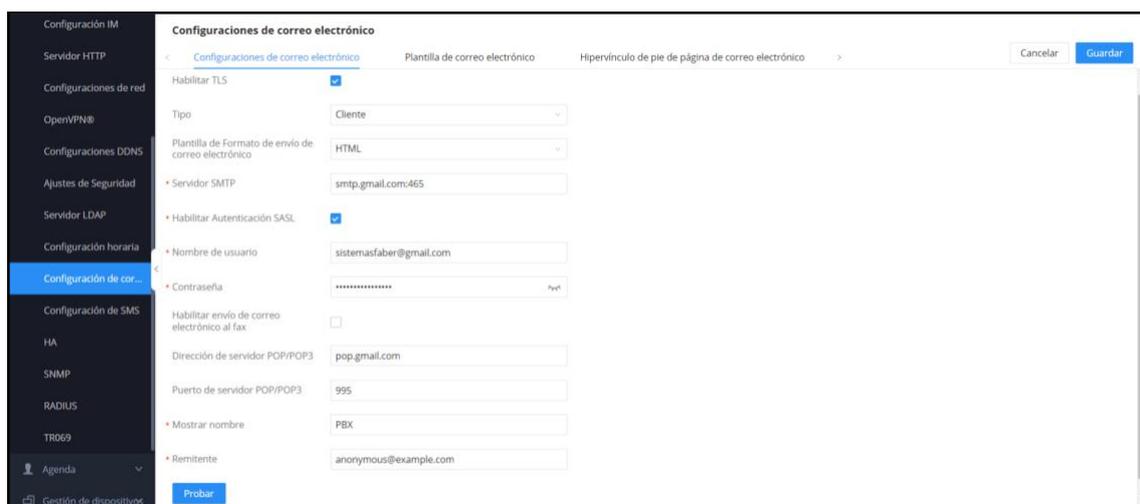


Imagen 21. Configuración de correo electrónico

Además, se ha enviado un correo electrónico de prueba para comprobar que la configuración es la correcta:

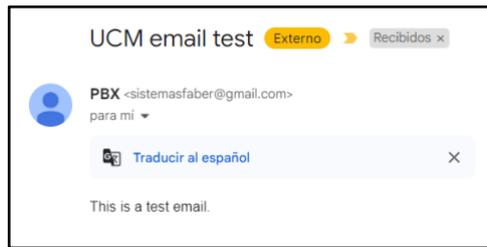


Imagen 22. Correo electrónico de prueba

Configuración de las copias de seguridad

Se ha configurado un servidor SFTP que será utilizado para almacenar las copias de seguridad de seguridad:

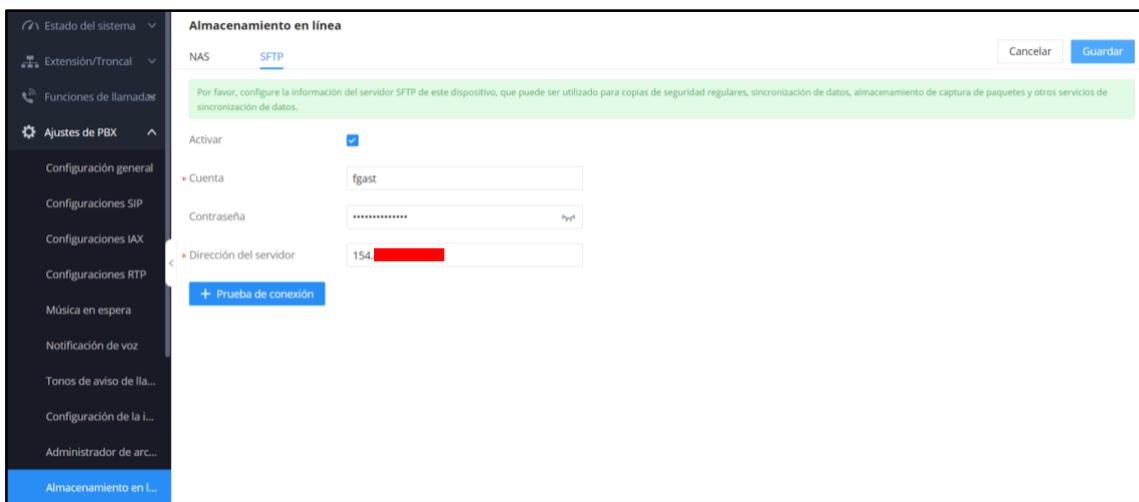


Imagen 23. Configuración del servidor SFTP

Tras la configuración del servidor SFTP, se han programado las copias de seguridad para que se realicen semanalmente de manera automática:

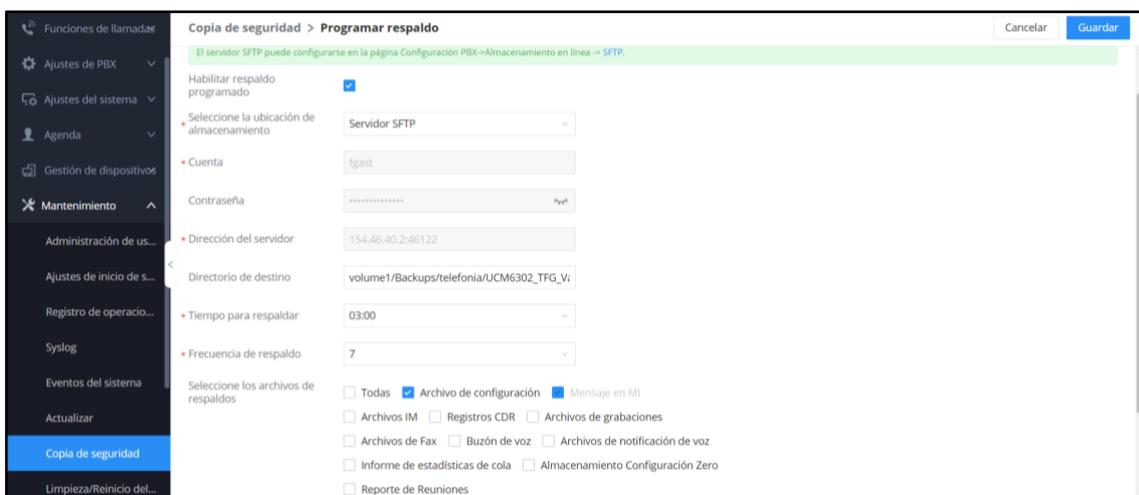


Imagen 24. Configuración de las copias de seguridad

Configuración de la numeración de las extensiones

En este paso, se ha realizado la configuración de la numeración de las extensiones como se muestra en la Imagen 13. Además, se ha cambiado la longitud de las extensiones de 4 dígitos a 3 dígitos:

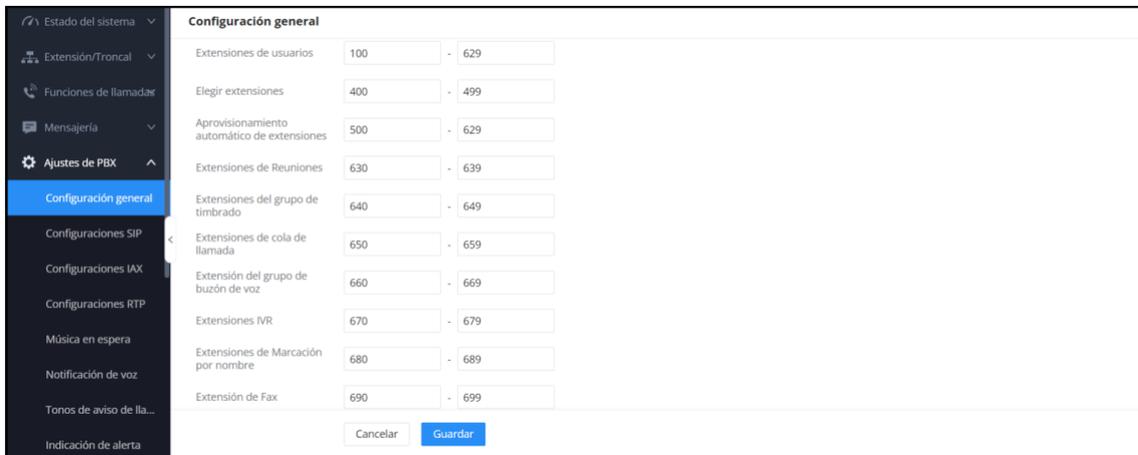


Imagen 25. Configuración de la numeración de las extensiones

Configuración de los días festivos

Se han configurado los siguientes días como festivo:

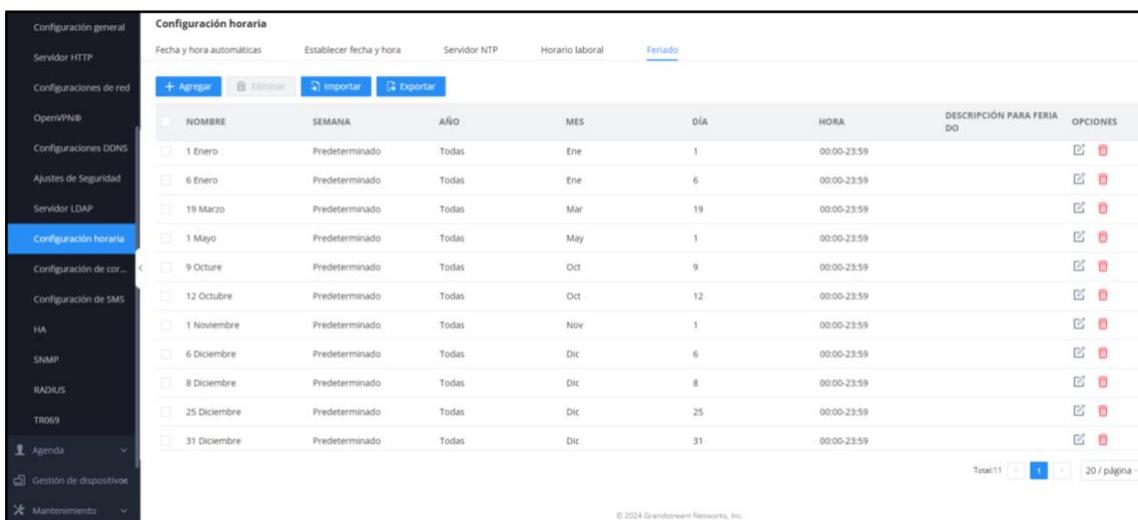


Imagen 26. Días festivos

Como se mostrará más adelante en las reglas entrantes, los días festivos las llamadas se dirigen a la IVR “Festivo”.

Configuración de las colas de llamada

A continuación, se han creado las siguientes colas de llamada:

EXTENSIÓN	NOMBRE	ESTRATEGIA DE REGISTR	JEFE DE LA COLA	MIEMBROS	OPCIONES
650	Asistencia_tecnica	Lineal		106 109 111	
651	Preventa	Lineal		113 115 116	
652	Comercial	Lineal		100 110 117	
653	Administracion	Lineal		101 118 119	

Total: 4 1 10 / página ir a

Imagen 27. Colas de llamada

Cada una de ellas está configurada para que timbren en orden las extensiones indicadas durante 60 segundos, 20 segundos por agente. Además, cuando la llamada entra a la cola, se reproduce la locución “Loc-Espera-01”. Por último, si la llamada no es atendida por ningún agente, se envía a la IVR “Agentes_ocupados”:

Editar cola de llamadas: 650

Ajustes básicos Configuraciones avanzadas Agentes

General

- Extensión: 650
- Estrategia: Lineal
- Capacidad de cola máxima: 0
- Tiempo de reintento: 5
- Grabación automática: Apagado
- Nombre: Asistencia_tecnica
- Música en espera: Predeterminado
- Tiempo de descanso del agente (s): 0
- Tiempo de timbrado del agente (s): 20

Notificación de bienvenida

Activar:

Notificaciones de voz: Loc-Espera-01.wav [Cargar audio](#)

Imagen 28. Configuración de las colas de llamada (I)

Editar cola de llamadas: 650

Ajustes básicos Configuraciones avanzadas Agentes

Activar:

Notificaciones de voz: Loc-Espera-01.wav [Cargar audio](#)

Reproducir mensaje de bienvenida completo:

Solicitud de encuesta de satisfacción

Notificaciones de voz: Ninguno [Cargar audio](#)

Tiempo máximo de espera

Tiempo máximo de espera: 60

Destino: IVR Agentes_ocupados

[Cancelar](#) [Guardar](#)

Imagen 29. Configuración de las colas de llamada (II)

Configuración de las IVRs

Por otro lado, se han configurado las IVRs que se muestran a continuación:

Después de la actualización del IVR, se sugiere marcar a este IVR para asegurarse de que esta correcto. Si el archivo de sistema es inválido, se reproducirá el message "Ha ocurrido un error".

+ Agregar

EXTENSIÓN	NOMBRE	MARCAR OTRAS EXTENSIONES	MARCAR NÚMERO EXTERNO	TIEMPO DE ESPERA DE RESPUESTA	OPCIONES
670	Menu_de_entrada	No	No	5	
671	Fuera_de_horario	No	No	1	
672	Agentes_ocupados	No	No	1	
673	Festivo	No	No	1	

Imagen 30. IVRs

En ninguna de las IVRs se permite marcar una extensión para que la llamada timbre en esa extensión.

En la IVR “Menu_de_entrada” se reproduce la locución “Loc-Menu_de_entrada-02” y se espera 5 segundos a que se produzca una entrada. Si se pulsa 1, la llamada se envía a la cola “Asistencia_tecnica”; si se pulsa 2, a la cola “Preventa”; si se pulsa 3, a la cola “Comercial”; y si se pulsa 4, a la cola “Administración”. Además, si la entrada no es correcta, se reproduce la locución “Loc-Entrada_no_valida-01”.

En el resto de IVRs, únicamente se reproduce la locución correspondiente y la llamada se envía al buzón de voz de la extensión 101. Para la IVR “Fuera_de_horario”, se reproduce la locución “Loc-Fuera_de_horario-01”; para la IVR “Agentes_ocupados”, se reproduce la locución “Loc-Agentes_ocupados-01”; y para la IVR “Festivo”, se reproduce la locución “Loc-Festivo-01”.

Configuración del horario de oficina

El horario de oficina configurado es de lunes a viernes, de 08:00 a 14:00:

Configuración horaria

Fecha y hora automáticas Establecer fecha y hora Servidor NTP **Horario laboral** Feriado

+ Agregar Eliminar Importar Exportar

ÍNDICE	HORA	SEMANA	MES	DÍA	OPCIONES
<input type="checkbox"/> 1	08:00-13:59	Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes	Predeterminado	Predeterminado	

Total: 1 10 / página

Imagen 31. Horario de oficina

Configuración de la troncal SIP

Se ha configurado la troncal SIP para el número de teléfono 966550409, haciendo uso de las credenciales necesarias:

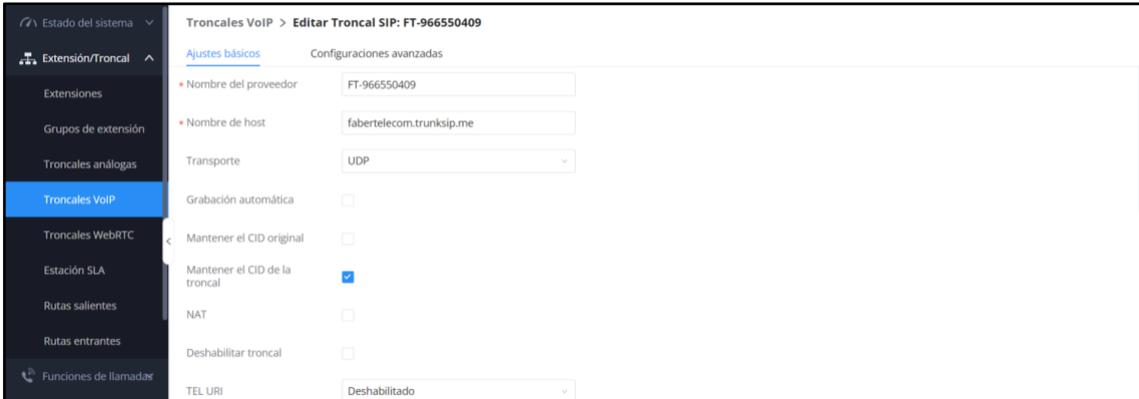


Imagen 32. Configuración de la troncal (I)

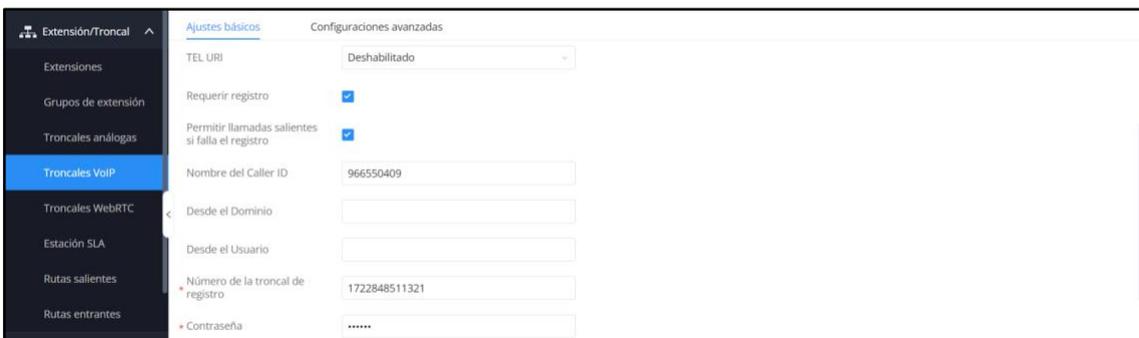


Imagen 33. Configuración de la troncal (II)

Configuración de las reglas entrantes

Se ha configurado una regla entrante, de modo que la llamada será dirigida a la IVR “Menu_de_entrada” por defecto. Por el contrario, si la llamada tiene lugar fuera del horario de oficina, se envía a la IVR “Fuera_de_horario”; y si se produce en un día festivo, la llamada se dirige a la IVR “Festivo”:



Imagen 34. Regla entrante

Configuración de las reglas salientes

Por último, se ha llevado a cabo la configuración de las siguientes reglas salientes:

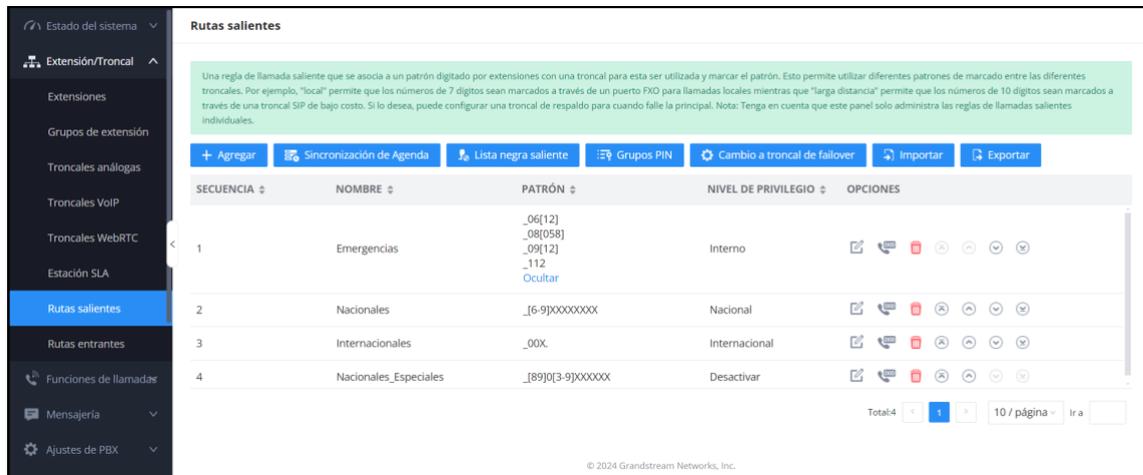


Imagen 35. Reglas salientes

De este modo, cualquier extensión puede realizar llamadas de emergencia. Las extensiones con privilegio “nacional” también pueden realizar llamadas nacionales. Aquellas extensiones con privilegio “internacional” pueden realizar además llamadas a números extranjeros. Por último, no está permitido llamar a los números con tarificación especial.

4.3. Puesta en marcha de la centralita 3CX

Servidor en Aruba Cloud

Para la centralita 3CX se ha hecho uso de un servidor de Aruba Cloud, una empresa europea que proporciona una gama completa de servicios cloud.

El servidor utiliza Debian 10 y en él ya estaba previamente descargada e instalada la paquetería de 3CX para la versión 18. La máquina virtual tiene la IP pública 5.249.144.116 y es la que será utilizada por la centralita.

Licencia NFR 32SC Enterprise

Además, se ha hecho uso de una licencia NFR 32SC Enterprise. Es decir, una licencia Not For Resale preparada específicamente para partners de 3CX, la cual permite 32 llamadas simultáneas.

Preparación del servidor

En primer lugar, se ha ejecutado el comando “3CXWizard --cleanup” para eliminar cualquier configuración previa de 3CX en la máquina virtual:

```

root@Faber-3CX0099:~# /usr/sbin/3CXWizard --cleanup
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXMediaServer.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXSystemService01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXCfgServ01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXCallFlow01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXQueueManager01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXAudioProvider01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXEventNotificationManager.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXIVR01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXPhoneSystem01.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXGatewayService.service".
Removed "/etc/systemd/system/multi-user.target.wants/3CXPhoneSystemMC01.service".
active
could not change directory to "/root": Permission denied
CREATE ROLE
ALTER ROLE
ALTER ROLE
configuration error - unknown item 'NONEXISTENT' (notify administrator)
configuration error - unknown item 'PREVENT_NO_AUTH' (notify administrator)



Welcome to the 3CX Configuration Tool
Help https://www.3cx.com/docs/manual/

Press ESC to go back.

Select how to run the tool:
(1) Using a Web Browser
(2) From command line
Enter option: 1

Starting PBX Web configuration tool..
Launch this URL from a browser on another machine:
http://5.249.144.116:8015?v=2
    
```

Imagen 36. Preparación del servidor

Activación de la licencia

En primer lugar, se ha confirmado que la IP pública es 5.249.144.116:

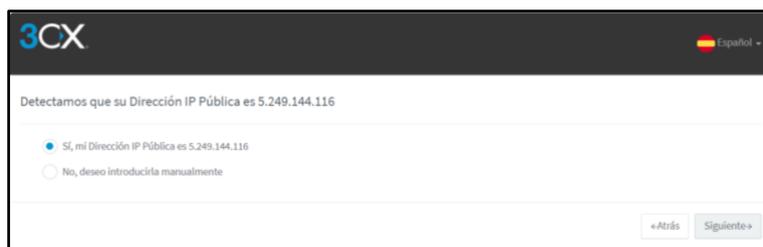


Imagen 37. IP pública de la centralita 3CX

Además, se ha confirmado que dicha IP pública es estática:



Imagen 38. IP pública estática

Puertos de la centralita

Los puertos utilizados por la centralita 3CX son los siguientes:

The screenshot shows the 3CX configuration page titled "Selección de Puertos para servicios Web (HTTPS/HTTP) y VoIP (SIP y Túnel)". It contains four input fields for port selection:

- For HTTPS: "Ingrese un puerto DISPONIBLE para HTTPS. Puertos recomendados 443 o 5001." The value "5001" is entered.
- For HTTP: "Ingrese un puerto DISPONIBLE para HTTP. Puertos recomendados 80 o 5000." The value "5000" is entered.
- For SIP: "Ingrese un puerto DISPONIBLE para el servidor SIP. Por defecto 5060." The value "5060" is entered.
- For Tunnel: "Ingrese un Puerto DISPONIBLE para el Túnel. Por defecto 5090." The value "5090" is entered.

Navigation buttons "+Atrás" and "Siguiente->" are visible at the bottom right.

Imagen 39. Puertos utilizados por la centralita 3CX

Adaptador de red

Por último, se ha seleccionado el adaptador de red eth0:

The screenshot shows the 3CX configuration page titled "Seleccione el adaptador de red predeterminado". A dropdown menu is open, showing the selected option "5.249.144.116 eth0 (eth0)". Navigation buttons "+Atrás" and "Siguiente->" are visible at the bottom right.

Imagen 40. Adaptador de red

Resumen de la activación de la licencia

En la siguiente imagen se muestran los datos de la centralita 3CX:

The screenshot shows the 3CX license activation summary page with the heading "Felicidades" and the message "Su Instalación 3CX fabertelecom.my3cx.es está lista". It provides the following information:

- Acceder a 3CX: Vaya a: <https://fabertelecom.my3cx.es/5001/webclient> o vía IP: <https://5.249.144.116:5001/webclient>
- Usuario: voip@fabertelecom.es
- IP Pública: 5.249.144.116
- FQDN: fabertelecom.my3cx.es
- Su Licencia es: 7.9U [redacted]

Imagen 41. Resumen de la activación de la licencia

4.4. Configuración de la centralita 3CX

A continuación, se van a explicar los pasos que se han llevado a cabo para la configuración de la centralita 3CX.

Creación y configuración de las colas de llamada

En primer lugar, se han creado las colas de llamada que se muestran a continuación:

Ext.	Nombre de Cola de Llamadas	Estrategia de Sondeo	Tiempo de Timbrado	Idioma de la Cola de Llamadas
804	Asistencia técnica 08 - 10	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
805	Asistencia técnica 10 - 16	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
806	Asistencia técnica 16 - 18	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
807	Preventa 08 - 10	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
808	Preventa 10 - 16	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
809	Preventa 16 - 18	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
810	Comercial 08 - 10	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
811	Comercial 10 - 16	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
812	Comercial 16 - 18	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
813	Administración 08 - 10	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
814	Administración 10 - 16	Round Robin	15	Spanish Prompts Set
815	Administración 16 - 18	Round Robin	15	Spanish Prompts Set

Imagen 42. Colas de llamada

Cada cola está configurada con la estrategia de timbrado “Round Robin”, es decir, se distribuyen uniformemente las llamadas entrantes entre los agentes registrados, garantizando que cada agente reciba una parte equitativa de las llamadas. El tiempo de timbrado por agente es de 15 segundos:

Asistencia técnica 08 - 10

General Agentes Avanzado Notificaciones Click2Talk

General

Nombre: Asistencia técnica 08 - 10

Extensión: 804

Estrategia de Sondeo: Round Robin

Tiempo de Timbrado (Segundos): 15

Discado Entrante Directo (DID)

Opcionalmente asignar un DID para recibir llamadas directas a esta extensión

Agregar un DID/DXI

Imagen 43. Configuración de las colas de llamada (I)

Además, el tiempo máximo de timbrado es un minuto y, si la llamada no es atendida, se desvía a la IVR “Agentes ocupados”. Cuando la llamada entra en la cola, se reproduce la locución “Loc-Espera-01”:

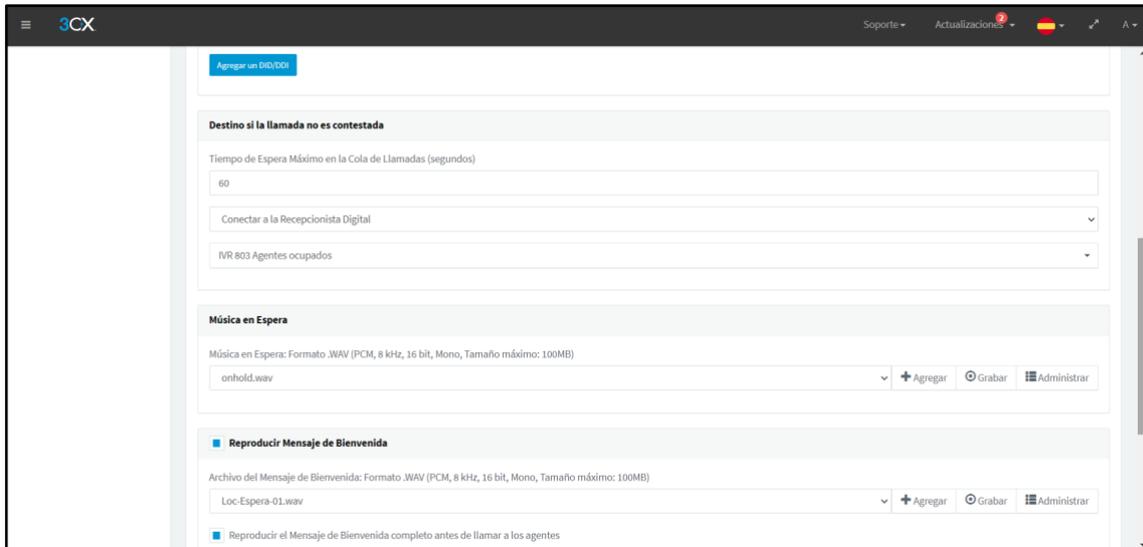


Imagen 44. Configuración de las colas de llamada (II)

Creación de las IVRs

A continuación, se han creado y configurado las siguientes IVRs:

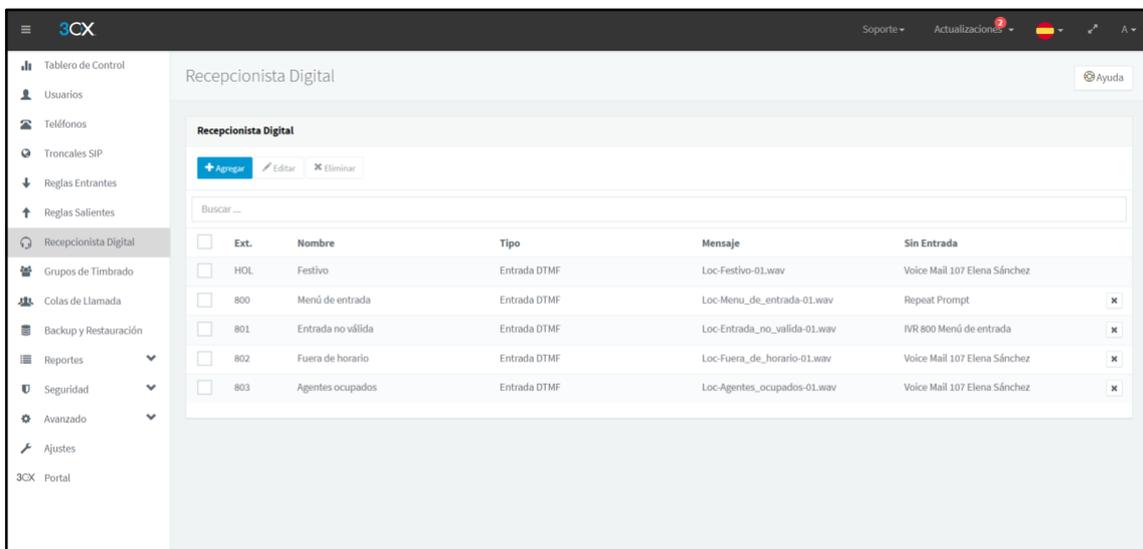


Imagen 45. IVRs

En ninguna de las IVRs se permite marcar una extensión para que la llamada timbre en esa extensión.

En la IVR “Menú de entrada” se reproduce la locución “Loc-Menu_de_entrada-01”. Si se pulsa 1, la llamada se envía al desarrollo “Horario_asistencia_tecnica”; si se pulsa 2, al desarrollo “Horario_preventa”; si se pulsa 3, al desarrollo “Horario_comercial”; y si se pulsa 4, al desarrollo “Horario_administración”.

Además, si la entrada no es correcta, la llamada se envía a la IVR “Entrada no válida”, donde se reproduce la locución “Loc-Entrada_no_valida-01” y después vuelve a la IVR “Menú de entrada”:

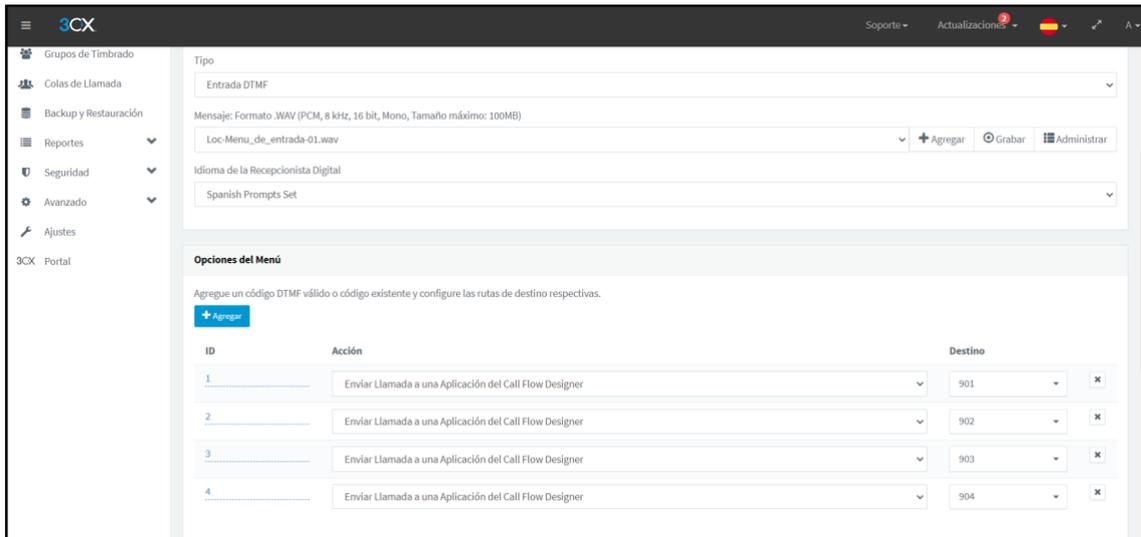


Imagen 46. Configuración de la IVR "Menú de entrada"

En el resto de IVRs, únicamente se reproduce la locución correspondiente y la llamada se envía al buzón de voz de la extensión 107.

Configuración del horario de oficina

Se ha configurado el horario de oficina de lunes a viernes, de 8:00 a 18:00:

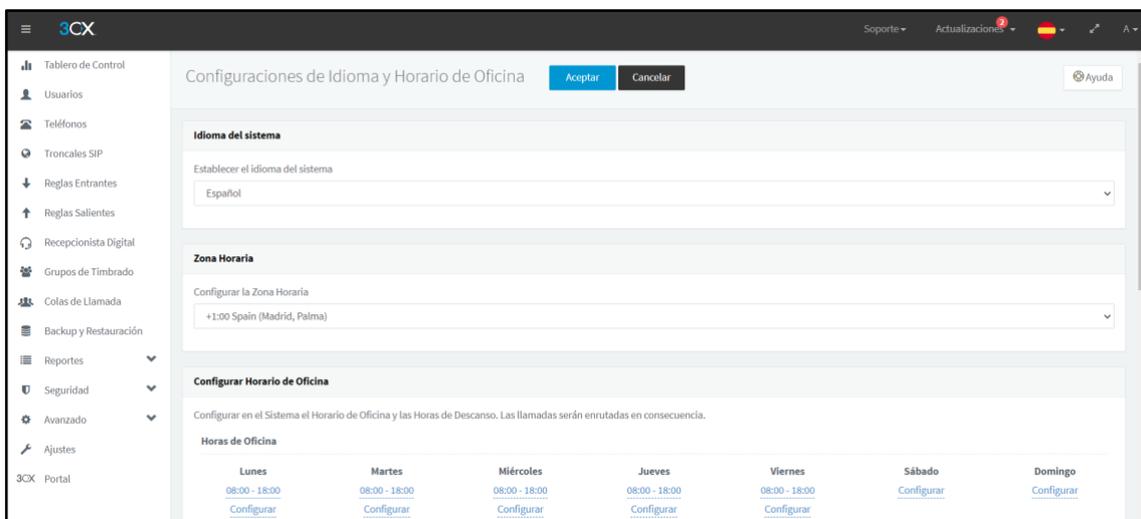


Imagen 47. Horario de oficina

Configuración de los días festivos

Los días que se muestran en la siguiente imagen se han configurado como festivos:

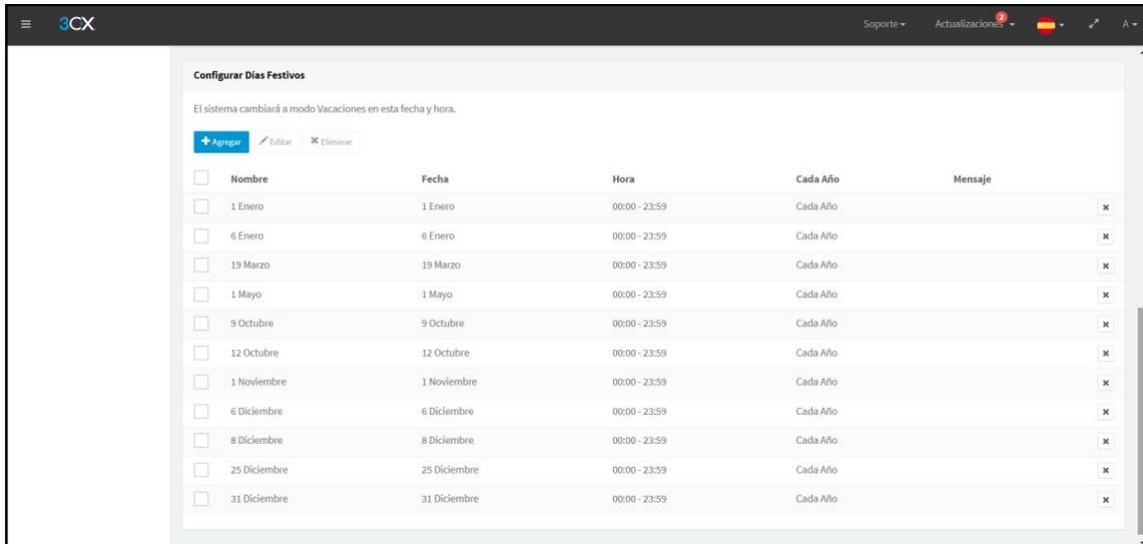


Imagen 48. Días festivos

Como se mostrará más adelante en las reglas entrantes, los días festivos la llamada se dirige a la IVR “Festivo”.

Implementación de los desarrollos

Se han implementado los desarrollos que se muestran a continuación:

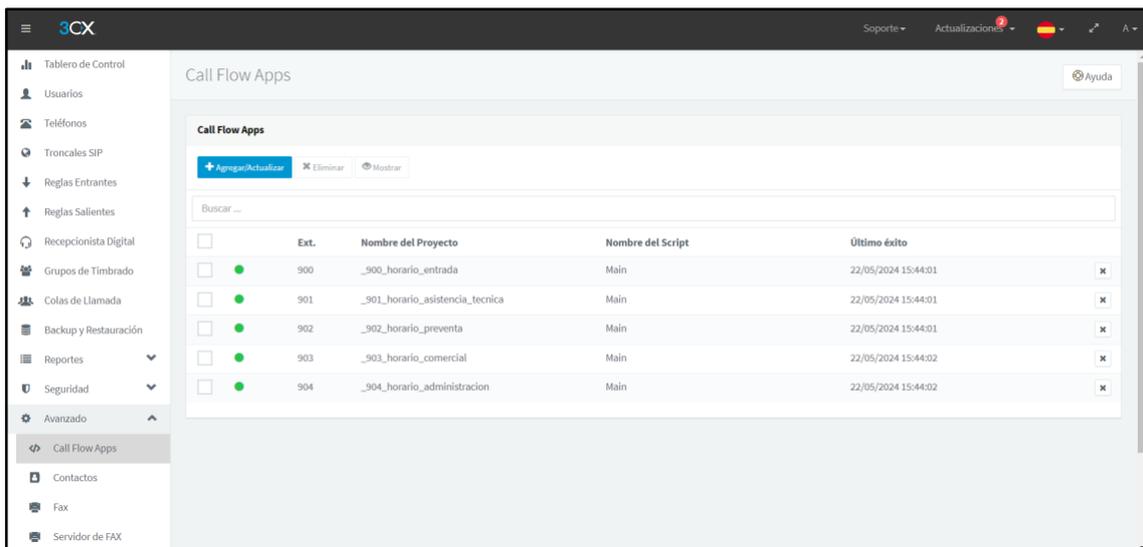


Imagen 49. Desarrollos implementados

El desarrollo “Horario_entrada” reproduce la locución “Loc-Buenos_dias-01” de 08:00 a 13:00 y la locución “Loc-Buenas_tardes-01” de 13:00 a 18:00 y envía la llamada a la IVR “Menú de entrada”.

El resto de desarrollos envían la llamada a la cola correspondiente, en función de la hora de la llamada.

Configuración de las copias de seguridad automáticas

Por otro lado, las copias de seguridad se almacenarán en un servidor FTP:

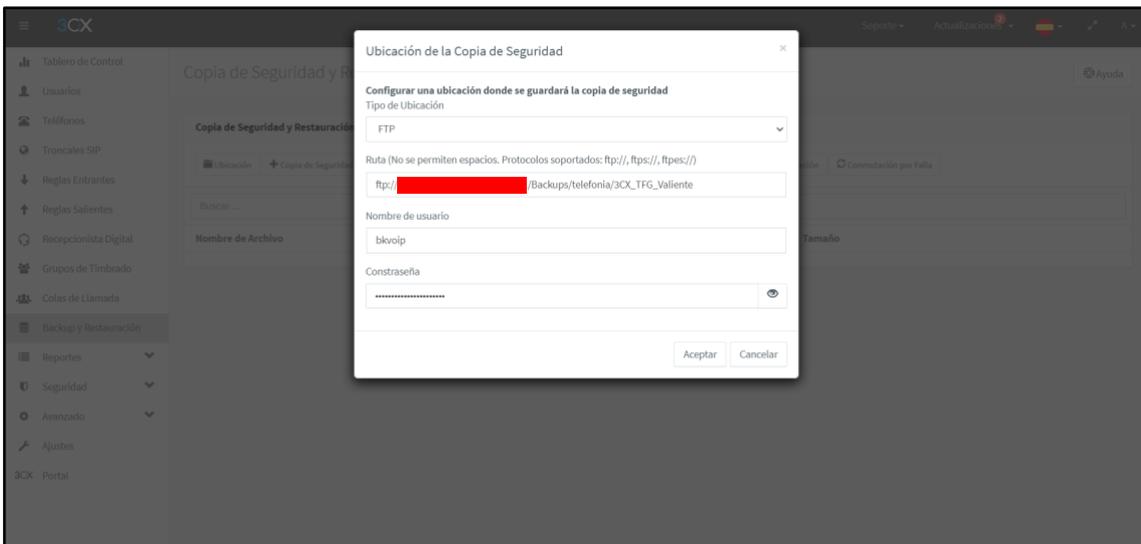


Imagen 50. Ubicación de las copias de seguridad

Se han programado las copias de seguridad para que se realicen semanalmente. Además, se ha configurado rotación 2, es decir, siempre habrá dos copias de seguridad disponibles:

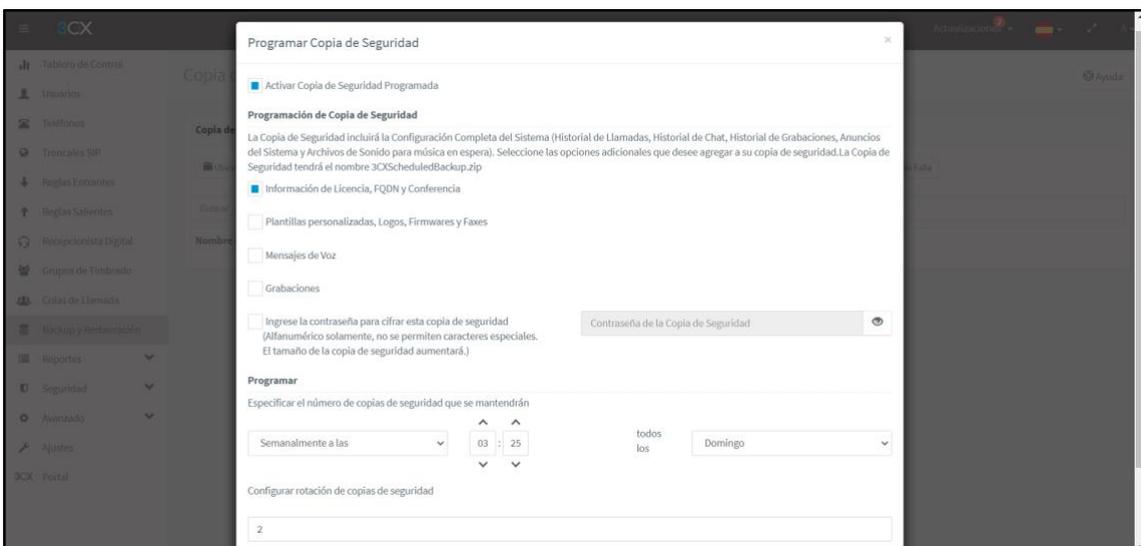


Imagen 51. Configuración de las copias de seguridad

Configuración de la troncal SIP

A continuación, se ha realizado la configuración de la troncal SIP para el número de teléfono 966551057, haciendo uso de las credenciales de registro:

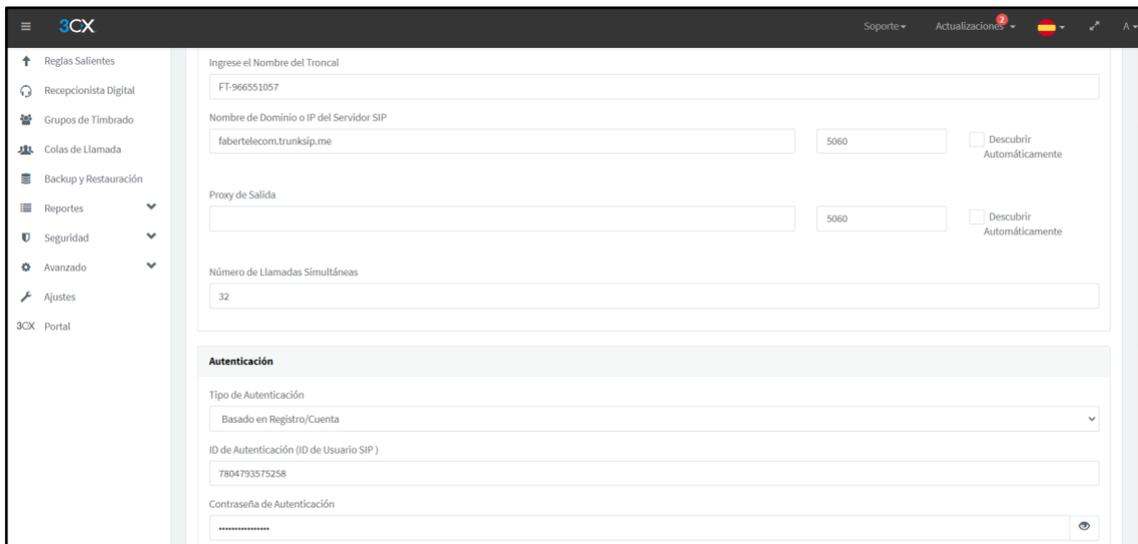


Imagen 52. Configuración de la troncal SIP

Configuración de las reglas entrantes

Se ha configurado una regla entrante, la cual envía la llamada al desarrollo “Horario_entrada” dentro del horario de oficina, y a la IVR “Fuera de horario” fuera del horario de oficina:

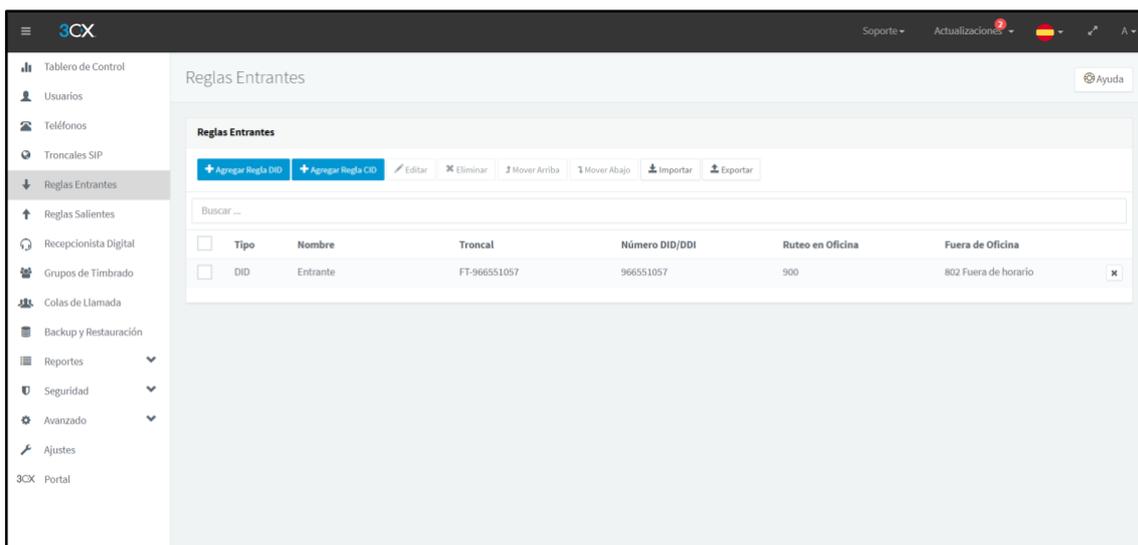


Imagen 53. Regla entrante

Configuración de las reglas salientes

Por último, han sido configuradas las reglas salientes:

Nombre de la Regla Saliente	Llamar desde Ext.	Prefijo	Longitud	Grupo de Extensiones	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	Ruta 5
<input type="checkbox"/> Emergencias		061,062,080,...	3		FT-966551057	Bloquear Llamadas	Bloquear Llamadas	Bloquear Llamadas	Bloquear Llamadas
<input type="checkbox"/> Nacionales		6-9	9		FT-966551057	Bloquear Llamadas	Bloquear Llamadas	Bloquear Llamadas	Bloquear Llamadas
<input type="checkbox"/> Tarificación especial		803,806-807,905,907	9		Bloquear Llamadas				
<input type="checkbox"/> Internacion...		00			Bloquear Llamadas				

Imagen 54. Reglas salientes

De este modo, cualquier extensión puede realizar llamadas de emergencia y llamadas nacionales. Las llamadas a números extranjeros y a números con tarificación especial están bloqueadas.

4.5. Configuración de una troncal SIP entre centralitas 3CX y Grandstream UCM6302

A continuación, se va a mostrar la configuración de la troncal SIP entre las centralitas 3CX y Grandstream UCM 6302, gracias a la cual será posible realizar llamadas entre extensiones de ambas centralitas.

Configuración de la troncal en la centralita 3CX

En primer lugar, se ha configurado la troncal SIP en la centralita 3CX:

General | DIDs | ID de Llamada | Opciones | Parámetros de Entrada | Parámetros de Salida | SMS

Datos del Troncal

Ingrese el Nombre del Troncal
UCM-Bridge

Nombre de Dominio o IP del Servidor SIP
154.46.40.245 | 5060 | Descubrir Automáticamente

Proxy de Salida
 | 5060 | Descubrir Automáticamente

Número de Llamadas Simultáneas
2

Autenticación

Tipo de Autenticación
No se requiere - Basada en IP

Imagen 55. Configuración de la troncal en la centralita 3CX

Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6302

A continuación, se ha llevado a cabo la configuración de una troncal SIP de enlace en la centralita Grandstream UCM6302:

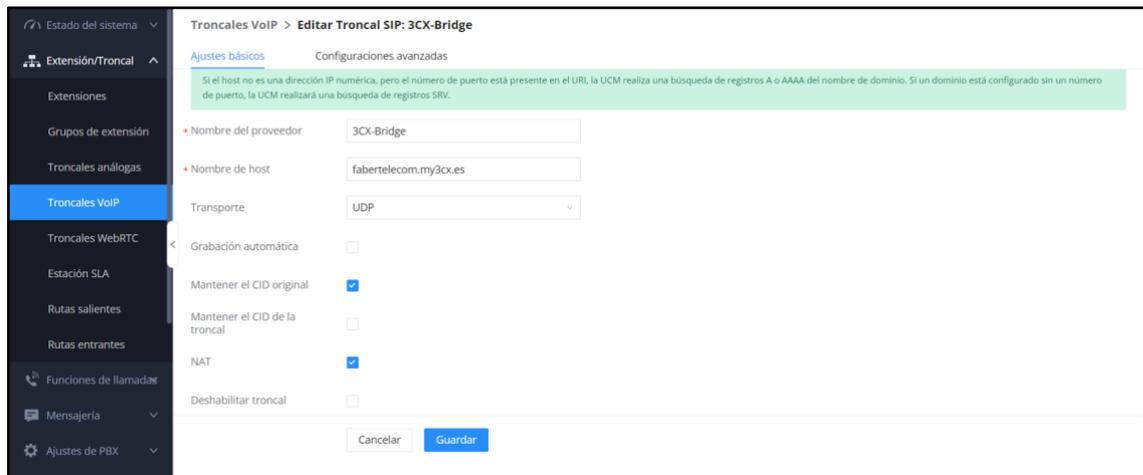


Imagen 56. Configuración de la troncal en la centralita UCM6302

Configuración de la regla salientes en la centralita 3CX

Por otro lado, se ha creado una regla saliente en la centralita 3CX. De esta forma, para llamar a una extensión de la centralita Grandstream UCM6302, será necesario marcar un 8 delante del número de la extensión:

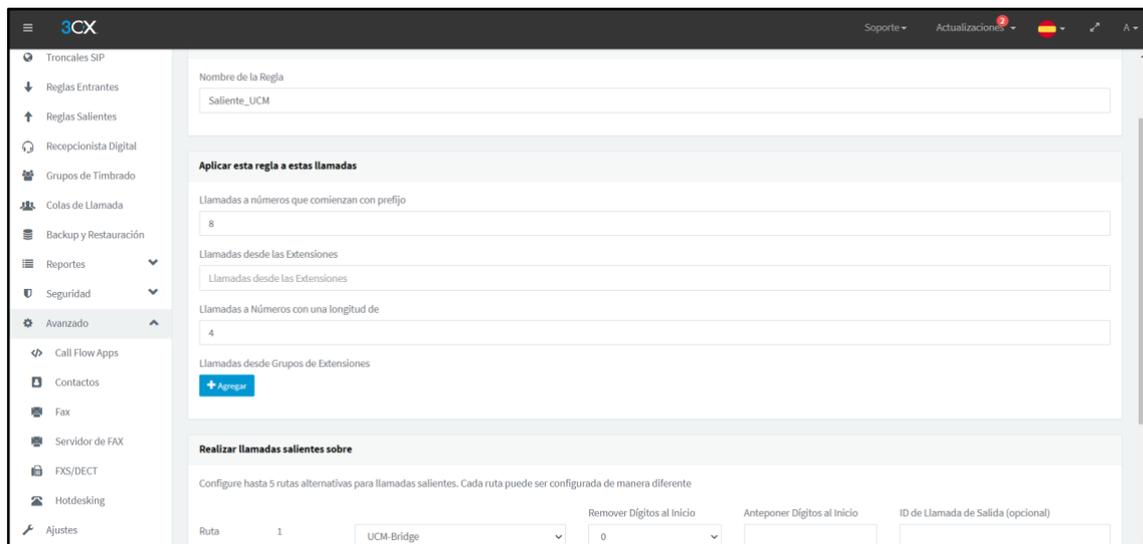


Imagen 57. Configuración de la regla saliente de la centralita 3CX

Configuración de la regla entrante en la centralita Grandstream UCM6302

Además, se ha configurado una regla entrante en la centralita Grandstream UCM6302 para las llamadas provenientes de la centralita 3CX. Esta regla elimina el primer dígito que recibe y envía la llamada a la extensión del número resultante:

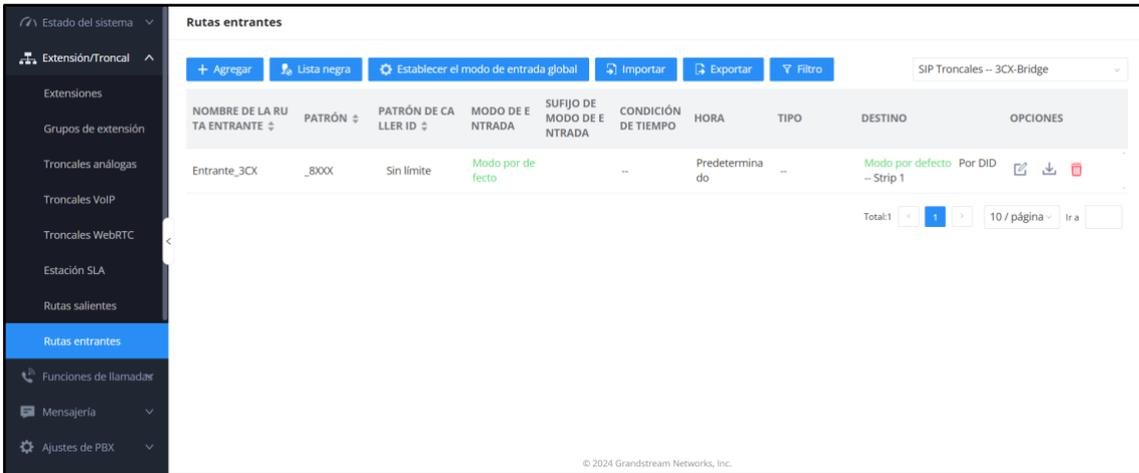


Imagen 58. Regla entrante de la centralita Grandstream UCM6302

Configuración de la regla saliente en la centralita Grandstream UCM6302

Por otro lado, se ha creado una regla saliente en la centralita Grandstream UCM6302. En este caso, para llamar a una extensión de la centralita 3CX, será necesario marcar 9 delante del número de la extensión:

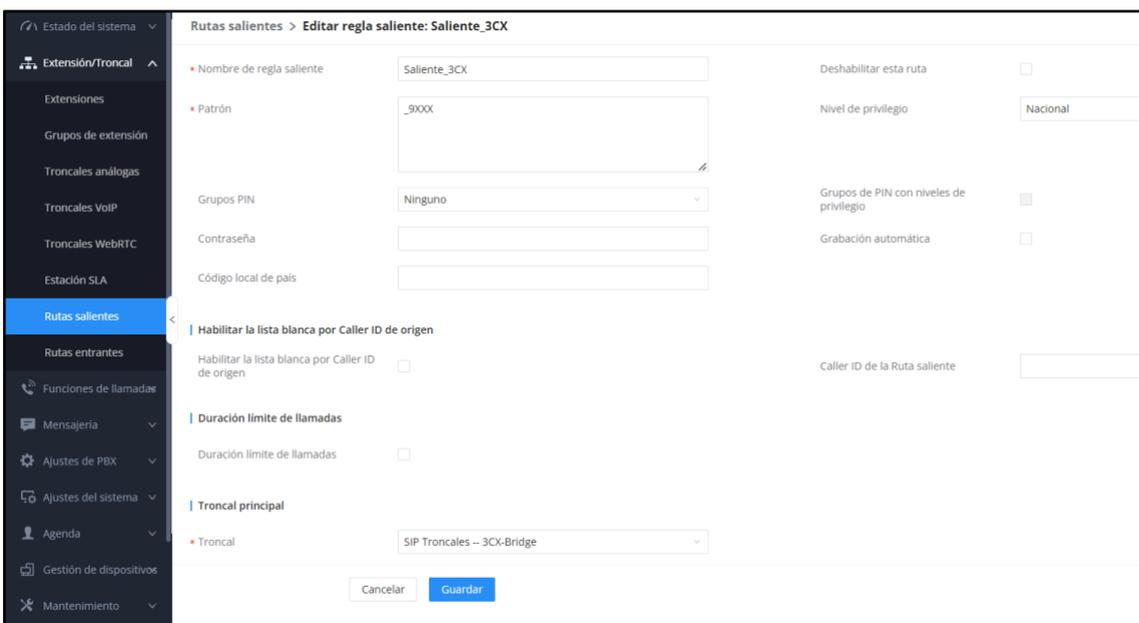


Imagen 59. Configuración de la regla saliente de la centralita Grandstream UCM6302

Configuración de las reglas entrantes en la centralita 3CX

Por último, en el caso de la centralita 3CX, ha sido necesario añadir a la troncal tantos DDIs como extensiones, para luego crear una regla entrante para cada DDI la cual destine la llamada a la extensión correspondiente:

Tipo	Nombre	Troncal	Número DID/DDI	Ruteo en Oficina	Fuera de Oficina
DID	Entrante	FT-966551057	966551057	900	802 Fuera de horario
DID	UCM a extensión 101	UCM-Bridge	9101	101 Marta López	101 Marta López
DID	UCM a extensión 102	UCM-Bridge	9102	102 Alejandro Fernández	102 Alejandro Fernández
DID	UCM a extensión 103	UCM-Bridge	9103	103 Ana Martínez	103 Ana Martínez
DID	UCM a extensión 104	UCM-Bridge	9104	104 Carlos García	104 Carlos García
DID	UCM a extensión 105	UCM-Bridge	9105	105 Laura Rodríguez	105 Laura Rodríguez
DID	UCM a extensión 106	UCM-Bridge	9106	106 David Pérez	106 David Pérez
DID	UCM a extensión 107	UCM-Bridge	9107	107 Elena Sánchez	107 Elena Sánchez
DID	UCM a extensión 108	UCM-Bridge	9108	108 Juan Torres	108 Juan Torres
DID	UCM a extensión 109	UCM-Bridge	9109	109 Patricia Gómez	109 Patricia Gómez
DID	UCM a extensión 110	UCM-Bridge	9110	110 Pablo Díaz	110 Pablo Díaz
DID	UCM a extensión 111	UCM-Bridge	9111	111 Sandra Ruiz	111 Sandra Ruiz
DID	UCM a extensión 112	UCM-Bridge	9112	112 Francisco Jiménez	112 Francisco Jiménez

Imagen 60. Reglas entrantes de la centralita 3CX

4.6. Configuración de una troncal IAX entre dos centralitas Grandstream

En este apartado se va a explicar la configuración de una troncal IAX de enlace entre dos centralitas Grandstream, una UCM6302 y una UCM6304. Para ello, se ha hecho uso de la UCM6302 configurada en apartados anteriores y de una UCM6304 que ya estaba configurada.

Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6302

En primer lugar, se ha configurado la troncal de enlace en la centralita UCM6302:

Imagen 61. Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6302

Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6304

Seguidamente, se ha realizado la configuración de la troncal IAX en la centralita UCM6304:

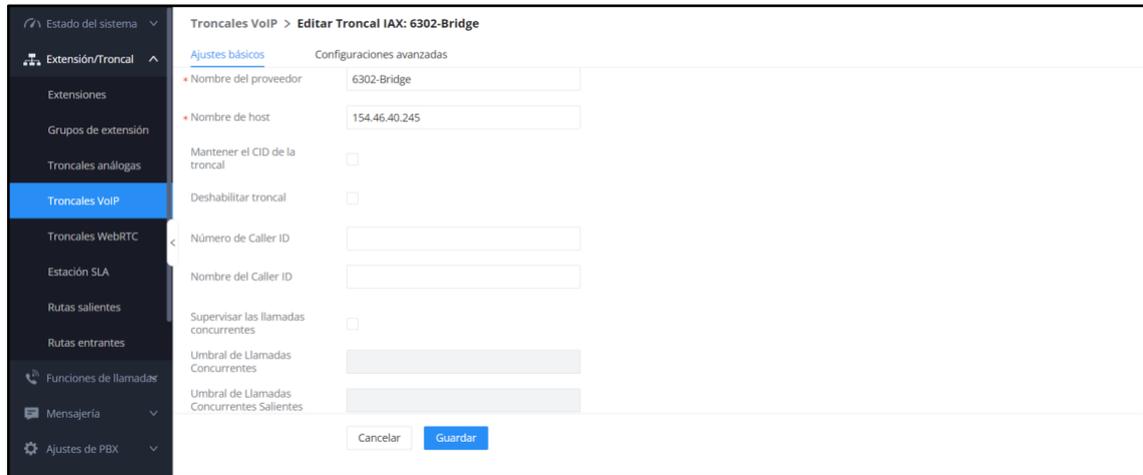


Imagen 62. Configuración de la troncal en la centralita Grandstream UCM6304

Configuración de la regla saliente en la centralita Grandstream UCM6302

Por otro lado, se ha configurado la regla saliente para la centralita UCM6302. En este caso, para realizar una llamada a la otra centralita, simplemente hay que marcar el número de la extensión a la que se desea llamar. Cabe destacar que las extensiones de la centralita UCM6304 son de cuatro dígitos y que todas empiezan por 1:

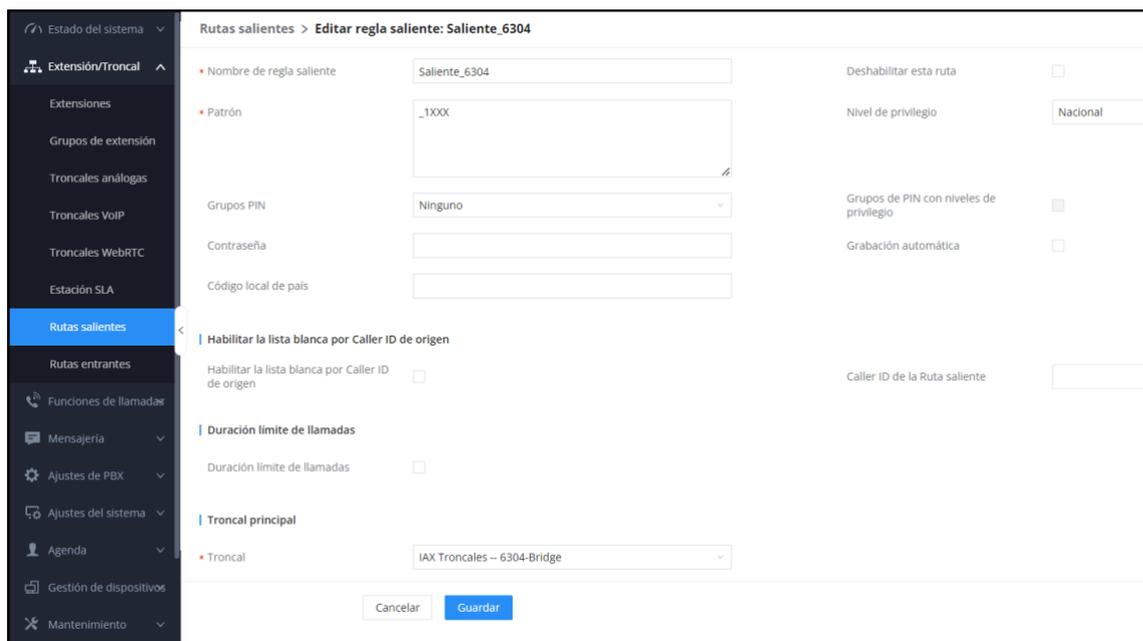


Imagen 63. Configuración de la regla saliente de la centralita Grandstream UCM6302

Configuración de la regla entrante en la centralita Grandstream UCM6304

Además, se ha creado una regla entrante en la centralita UCM6304 la cual envía la llamada a la extensión marcada:

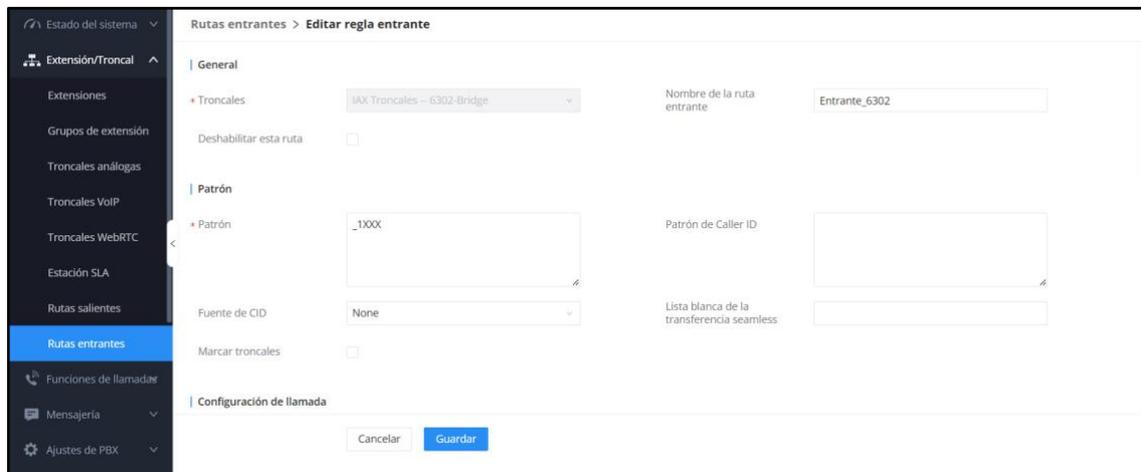


Imagen 64. Configuración de la regla entrante de la centralita Grandstream UCM6304

Configuración de la regla saliente en la centralita Grandstream UCM6304

Por otro lado, se ha creado una regla saliente en la centralita UCM6304. De esta forma, para llamar a una extensión de la otra centralita, será necesario marcar un 8 delante del número de la extensión:

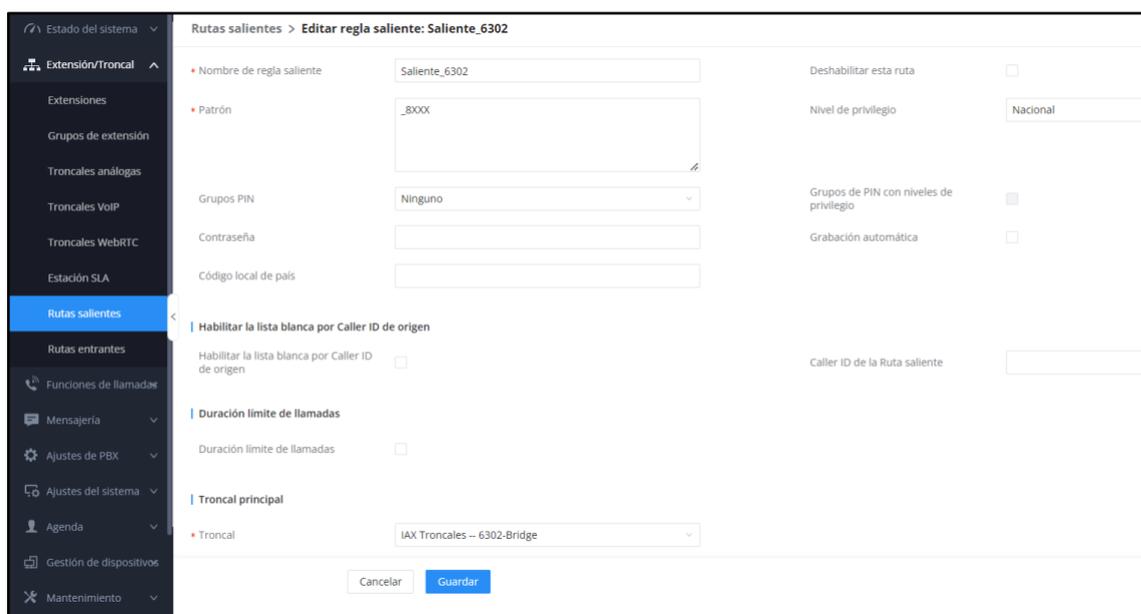


Imagen 65. Configuración de la regla saliente de la centralita Grandstream UCM6304

Configuración de la regla entrante en la centralita Grandstream UCM6302

Por último, se ha creado una regla entrante para las llamadas provenientes de la centralita UCM6304. Esta regla elimina el primer dígito y desvía la llamada a la extensión del número resultante:

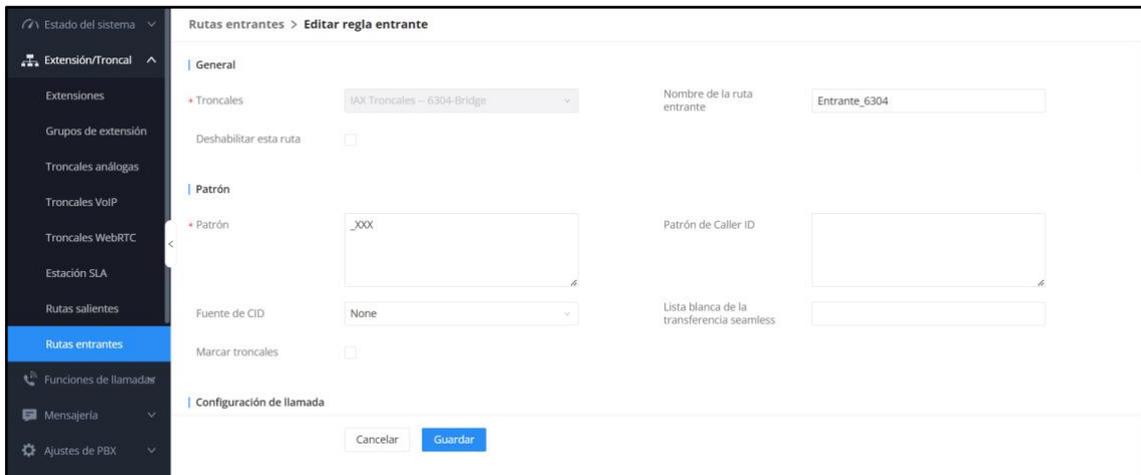


Imagen 66. Configuración de la regla entrante de la centralita Grandstream UCM6302

4.7. Registro de extensiones en un teléfono Grandstream GXP1628

Configuración de un teléfono Grandstream GXP1628

En este apartado, se va a explicar cuál ha sido la configuración de un teléfono Grandstream GXP1628.

Tras iniciar sesión, el primer paso ha consistido en cambiar la contraseña de acceso web que viene por defecto:

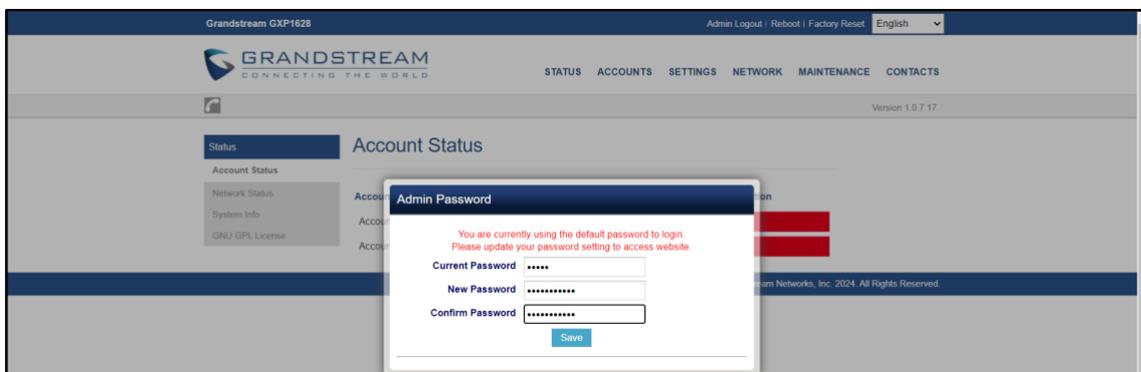


Imagen 67. Cambio de la contraseña de acceso web al teléfono GXP1628

Seguidamente, se ha llevado a cabo la configuración de la zona horaria, el formato de la fecha y el formato de la hora:

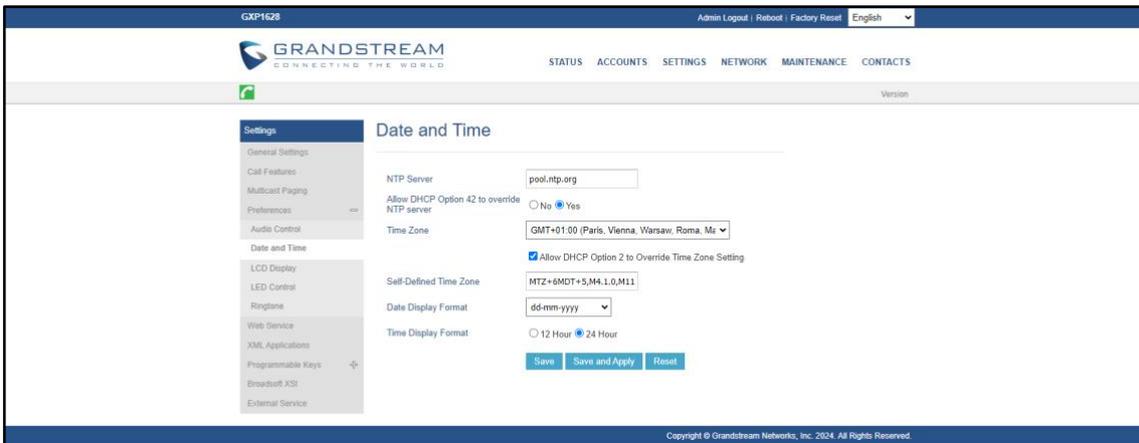


Imagen 68. Configuración de fecha y hora del teléfono GXP1628

Por último, se ha configurado el teléfono para que el modo las transferencias sean de tipo atendidas si se realizan desde las teclas del teléfono. De este modo, antes de transferir una llamada, se realiza otra llamada a la persona a la que se desea transferir la llamada:

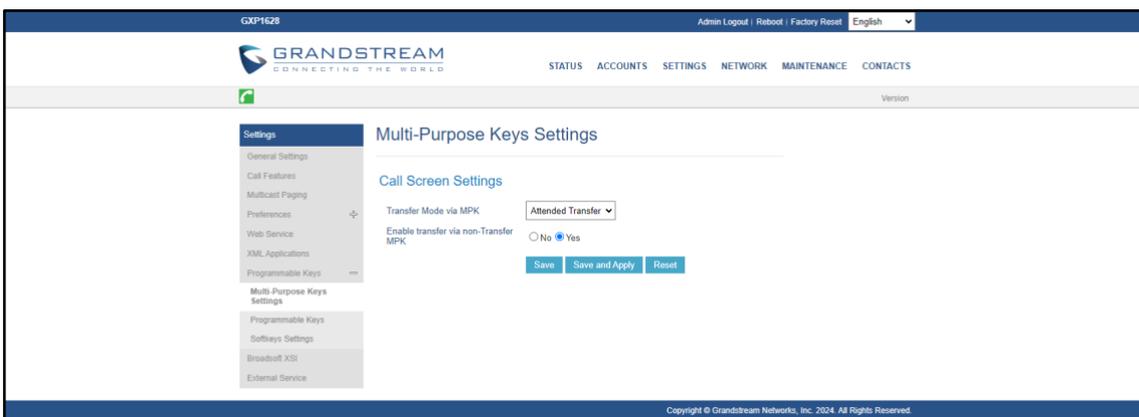


Imagen 69. Configuración del tipo de transferencia del teléfono GXP1628

Registro de una extensión de la centralita Grandstream UCM6302 en un teléfono Grandstream GXP1628

En este apartado, se va a explicar cómo se ha registrado la extensión 101 de la centralita Grandstream UCM6302.

Para ello, en primer lugar, se han introducido los datos de registro de dicha extensión:

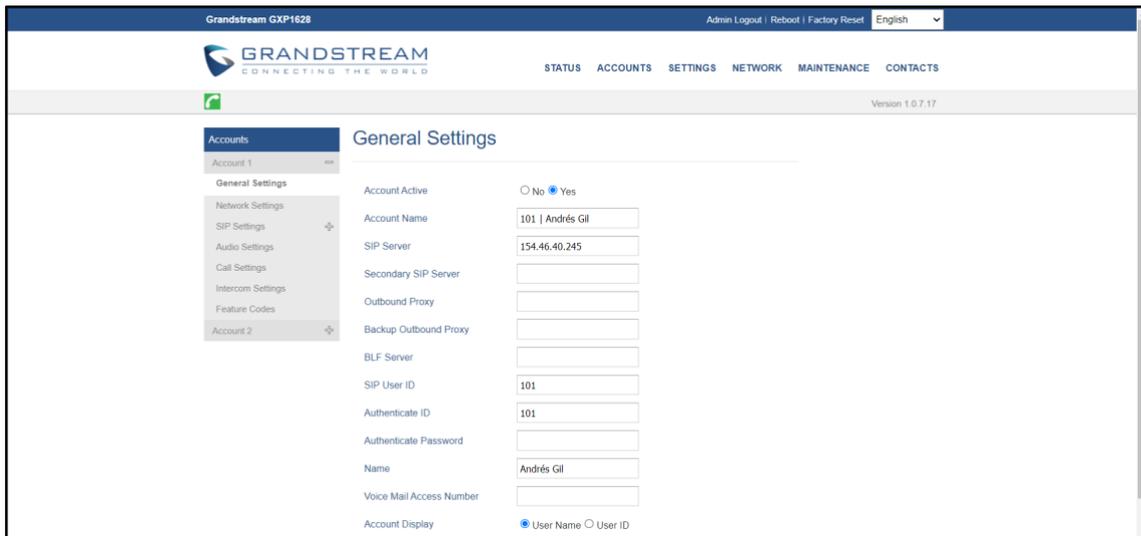


Imagen 70. Configuración de los datos de registro de la extensión 101

La información necesaria se puede encontrar en la centralita. Después de introducir los datos necesarios, el teléfono ya está disponible para realizar y recibir llamadas.

Por último, se han configurado las teclas MPK (Multi-Purpose Keys) del teléfono. Las dos primeras se han configurado en modo BLF para las extensiones 118 y 119 de la propia centralita, las cuatro siguientes como marcado rápido para las extensiones 104, 106, 107 y 113 de la centralita 3CX:

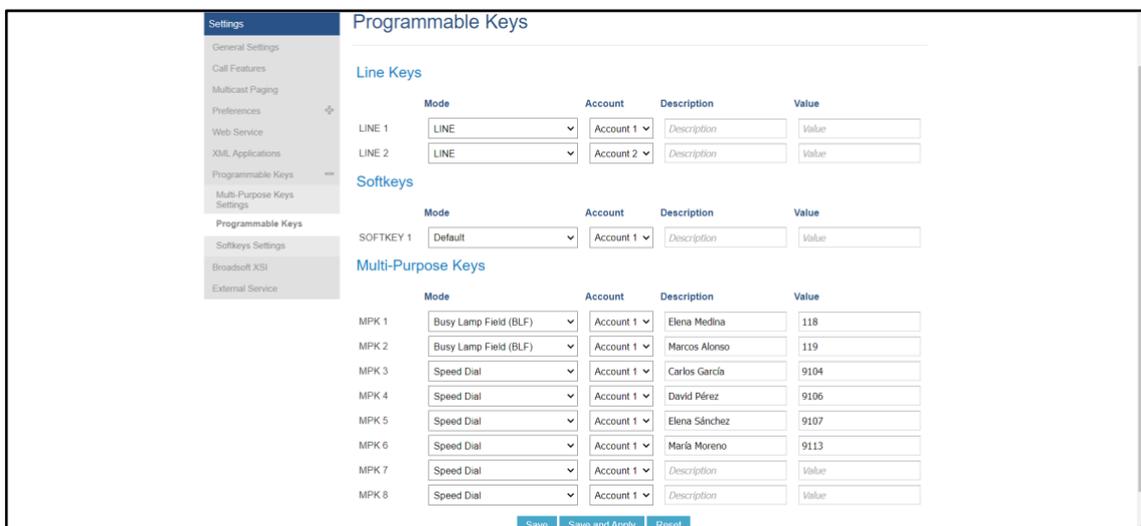


Imagen 71. Configuración de las teclas MPK del teléfono GXP1628

De esta manera se agiliza el proceso de llamada a las personas del departamento de Administración de ambas centralitas. Además, es posible conocer el estado de las dos extensiones de su misma centralita:



Imagen 72. Teléfono GXP1628 configurado con la extensión 101 de la centralita UCM6302

Registro de una extensión de la centralita 3CX en un teléfono Grandstream GXP1628

En este caso, se ha configurado el autoprovisionamiento de la extensión 102 de la centralita 3CX en el teléfono.

En primer lugar, se ha seleccionado la configuración del teléfono desde 3CX:

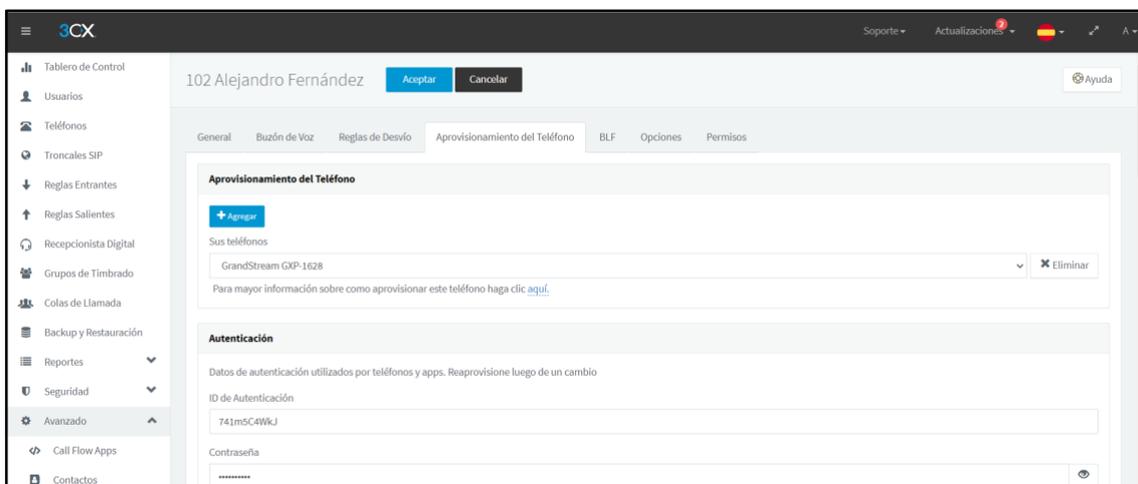


Imagen 73. Configuración del teléfono desde 3CX (I)

Se ha seleccionado el puerto SIP local, el idioma de la pantalla y la zona horaria:

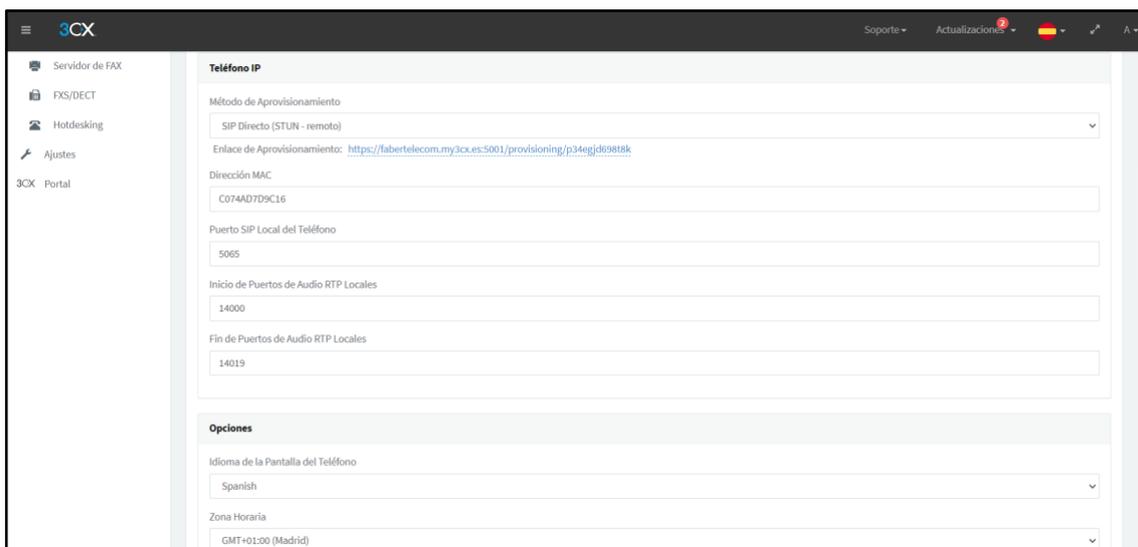


Imagen 74. Configuración del teléfono desde 3CX (II)

Además, se ha seleccionado el formato de fecha y hora, la contraseña de acceso web y el tipo de transferencia:

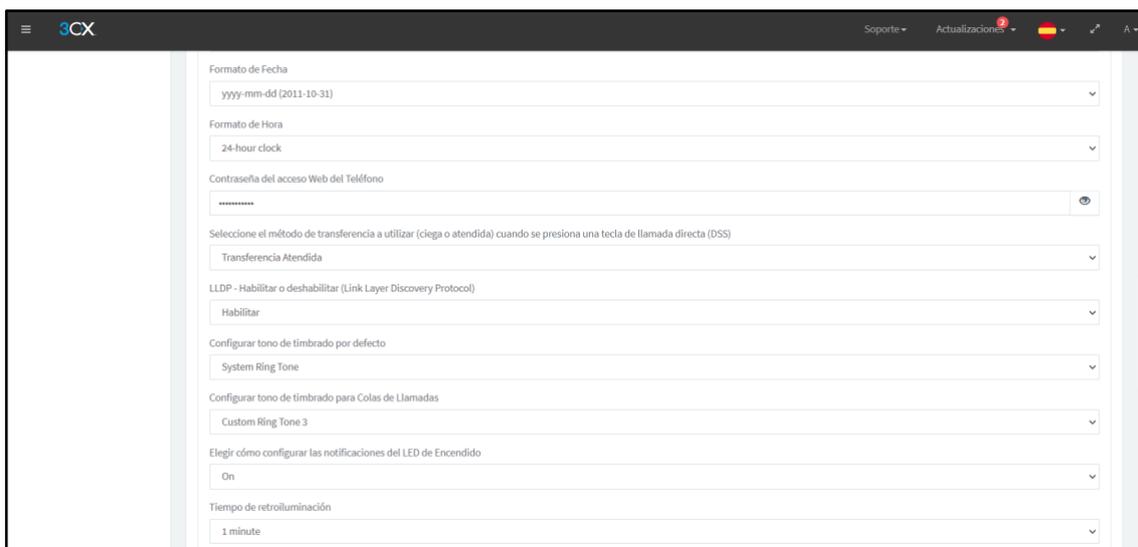


Imagen 75. Configuración del teléfono desde 3CX (III)

Seguidamente, ha sido configurado el autoprovisionamiento en el propio teléfono Grandstream GXP1628:

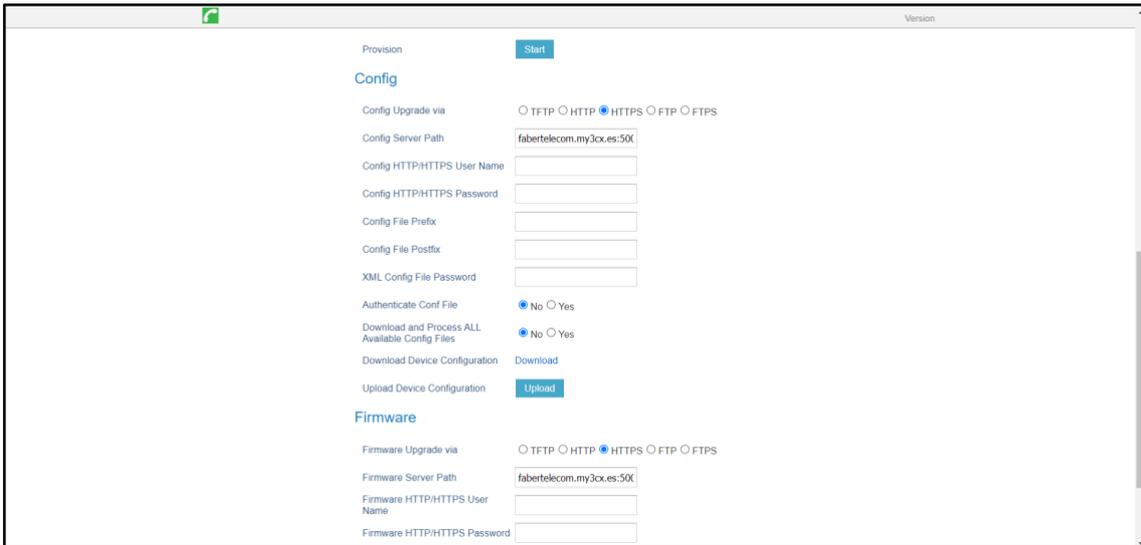


Imagen 76. Configuración del autoprovisionamiento en el teléfono GXP1628

Por último, se han configurado las teclas MPK del teléfono. Las tres primeras se han configurado en modo BLF para las extensiones 103, 111 y 112 de la propia centralita, las tres siguientes como marcado rápido para las extensiones 113, 115, y 116 de la centralita Grandstream UCM6302:

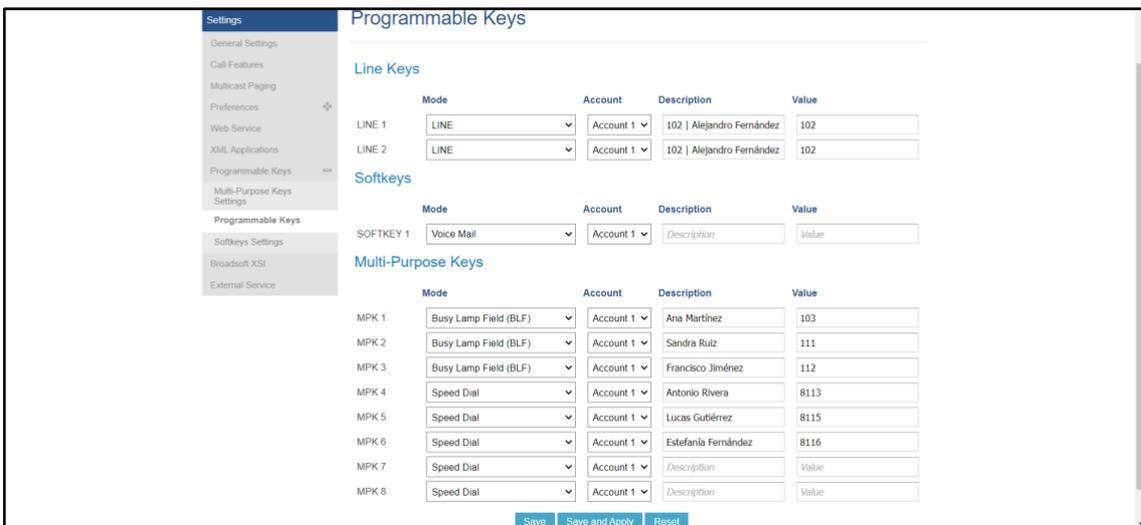


Imagen 77. Configuración de las teclas MPK del teléfono GXP1628

De esta manera se agiliza el proceso de llamada a las personas del departamento de Preventa de ambas centralitas. Además, es posible conocer el estado de las tres extensiones de su misma centralita:



Imagen 78. Teléfono GXP1628 configurado con la extensión 102 de la centralita 3CX

4.8. Registro de extensiones en diferentes softphones

Registro de una extensión de la centralita Grandstream UCM6302 en la aplicación para móvil

Para registrar una extensión de la centralita Grandstream UCM6302 en la aplicación móvil Wave, únicamente es necesario el correo electrónico de bienvenida:

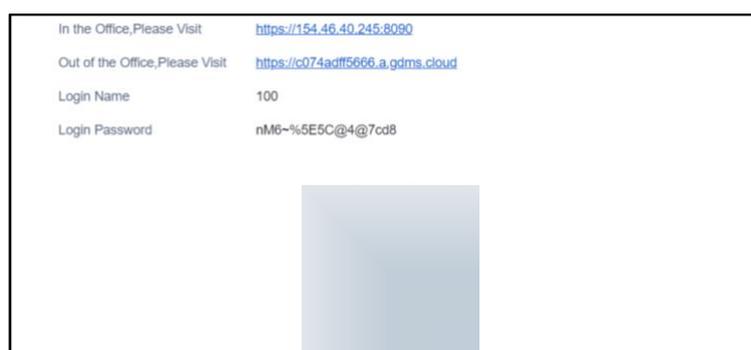


Imagen 79. Correo de bienvenida a Wave

Desde la aplicación móvil de Wave se ha escaneado el código QR y ya está lista para ser usada:

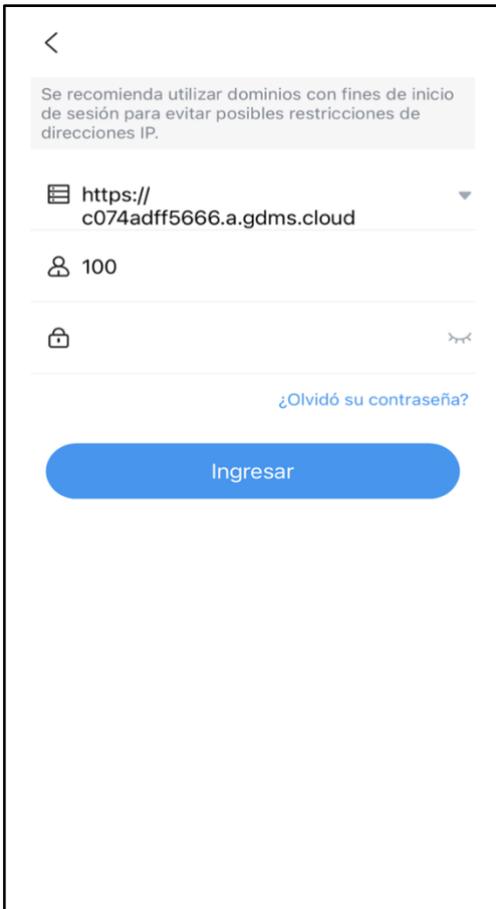


Imagen 80. Aplicación móvil Wave (I)

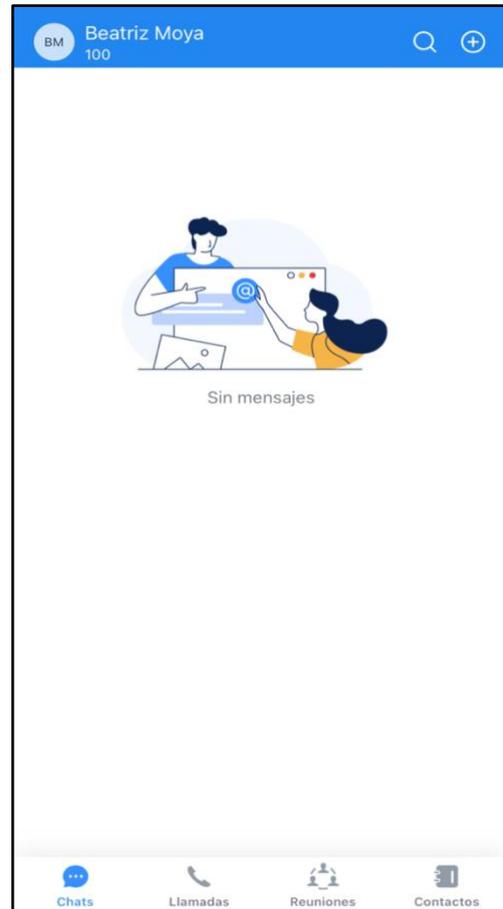


Imagen 81. Aplicación móvil Wave (II)

Registro de una extensión de la centralita Grandstream UCM6302 en la aplicación para ordenador

Haciendo uso del correo de bienvenida a Wave, se ha registrado la extensión 100 en la aplicación para el ordenador:

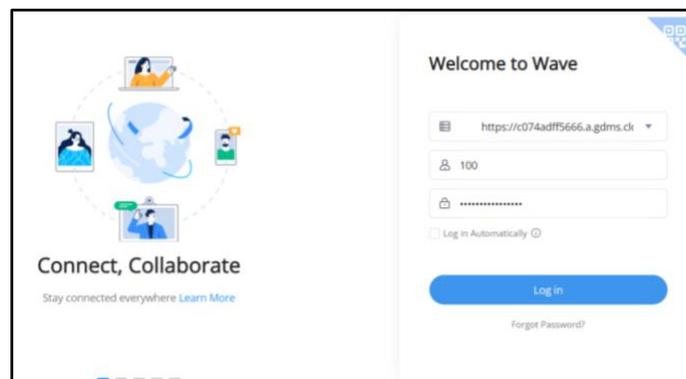


Imagen 82. Aplicación para ordenador Wave

Registro de una extensión de la centralita 3CX en la aplicación móvil

Para registrar una extensión de la centralita 3CX en la aplicación móvil, es necesario el código QR de la extensión:

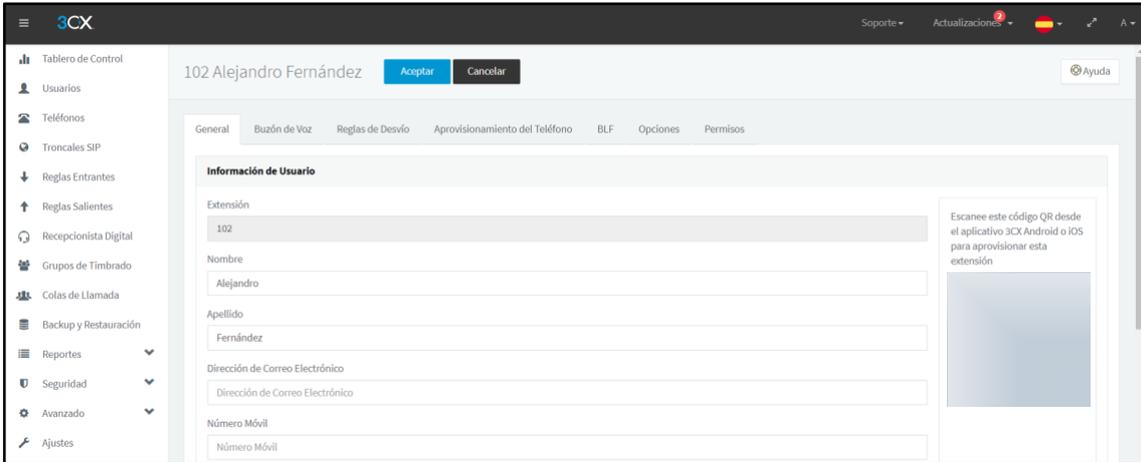


Imagen 83. Código QR de la extensión 102 de la centralita 3CX

Una vez escaneado el código QR desde la aplicación móvil de 3CX, esta ya está lista para ser utilizada:

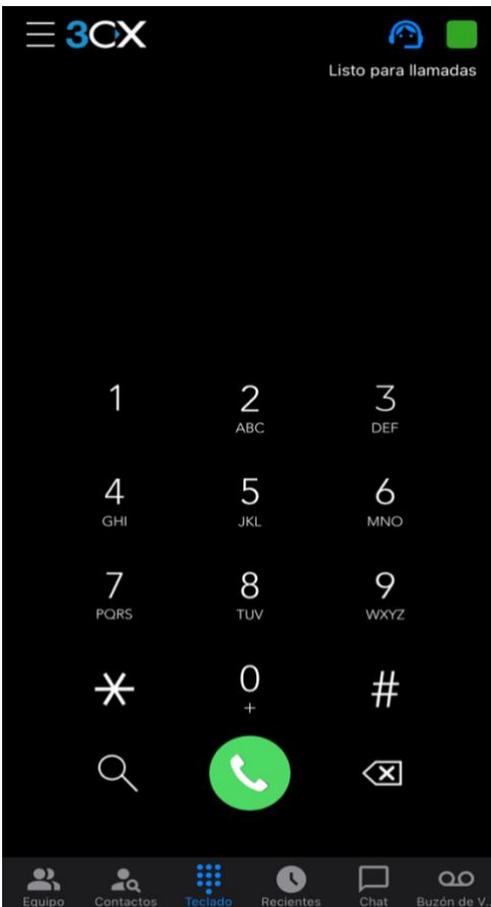


Imagen 84. Aplicación móvil 3CX (I)

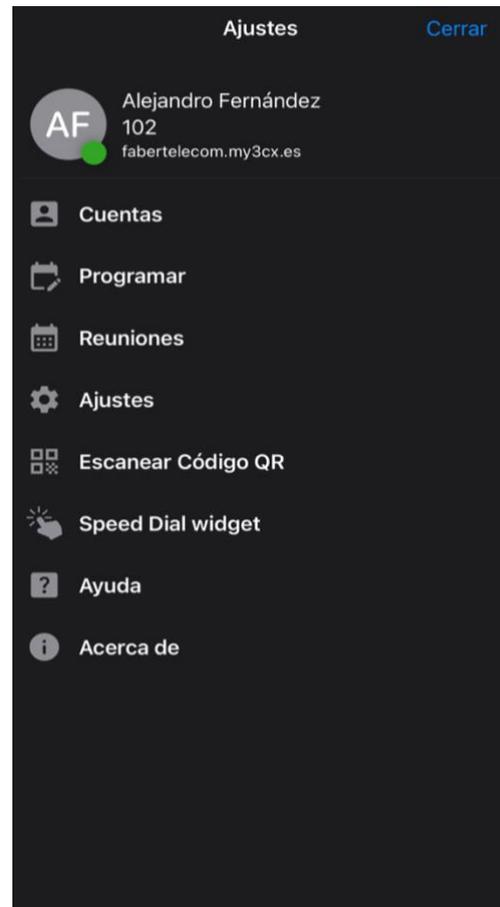


Imagen 85. Aplicación móvil 3CX (II)

Registro de una extensión de la centralita 3CX en el cliente web desde un ordenador

En el caso de 3CX, para registrar una extensión en el cliente web, se hace uso del correo electrónico de bienvenida:

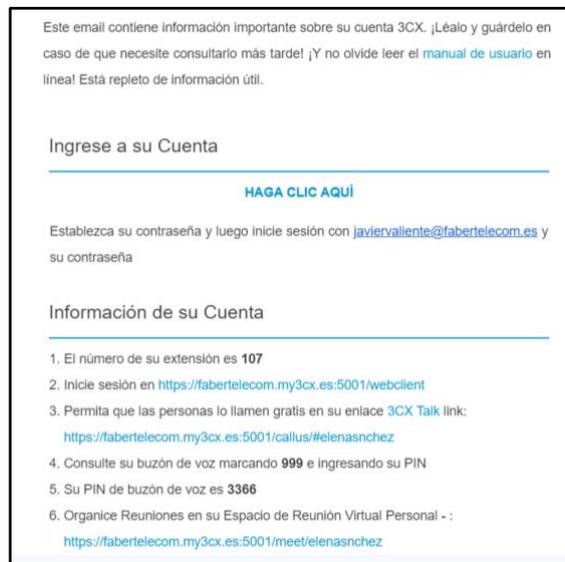


Imagen 86. Correo de bienvenida a 3CX

A continuación, se establece la contraseña de inicio de sesión:

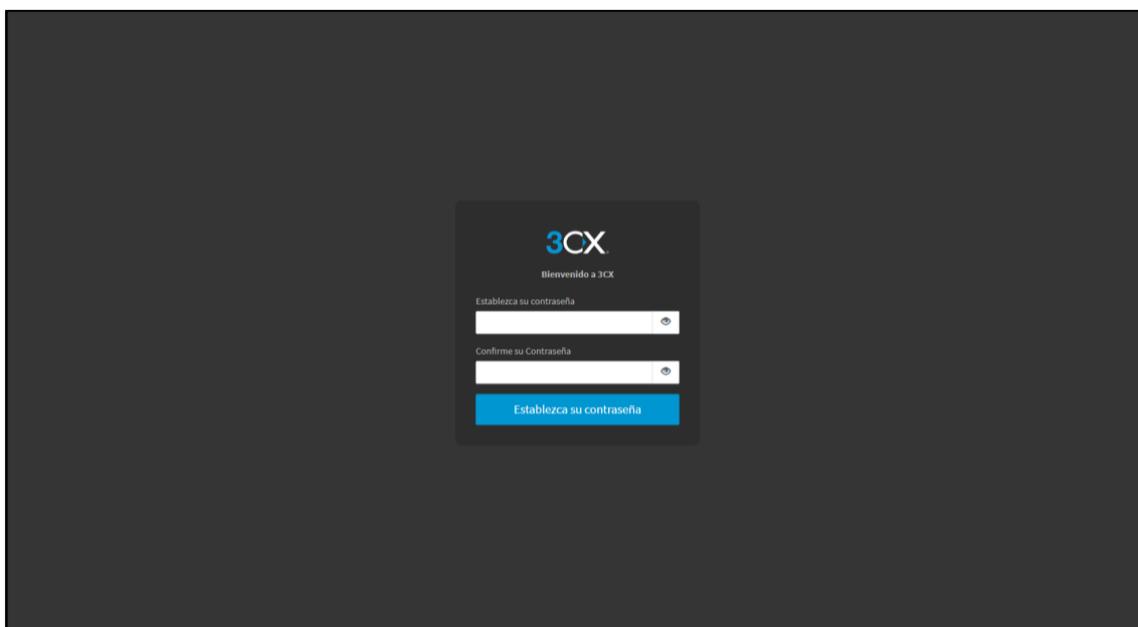


Imagen 87. Elección de contraseña para 3CX

Una vez establecida la contraseña, ya es posible iniciar sesión y realizar y recibir llamadas:



Imagen 88. Panel de 3CX desde el cliente web

5. Conclusiones

Una vez finalizado el desarrollo de la solución, se van a explicar las conclusiones obtenidas de la realización del Trabajo Final de Grado.

En primer lugar, la implementación de la solución ha resultado exitosa. Por lo tanto, se ha alcanzado el objetivo principal planteado al inicio del proyecto, que consistía en poner en marcha y configurar diferentes despliegues de telefonía IP.

Además, se ha optimizado el uso de la telefonía IP mediante la creación de un horario de oficina, la configuración de diferentes colas de llamada en función del departamento y el horario laboral, la interconexión entre centralitas y el uso de las teclas MPK en los teléfonos, entre otras configuraciones avanzadas.

Seguidamente, se ha concluido que, aunque ambos métodos de interconexión son completamente viables, IAX puede ofrecer un mejor resultado ya que está pensado específicamente para sistemas Asterisk, resultando más simple su configuración.

Adicionalmente, se han observado y explicado los numerosos beneficios que permite obtener el uso de la telefonía IP en un entorno empresarial.

Por otro lado, la experiencia adquirida a través de este proyecto me ha preparado para enfrentar desafíos tecnológicos futuros y adaptarme a nuevas tendencias en comunicaciones IP.

El trabajo realizado contribuye al conocimiento tanto académico como práctico sobre la implementación y gestión de sistemas de telefonía IP, abriendo la puerta a futuros estudiantes que decidan adentrarse en este mundo.

Por último, conviene remarcar la importancia de la telefonía IP en la actualidad, ya que se trata de un sistema muy implantado. Por lo tanto, cualquier profesional de redes o sistemas debería de tener conocimientos sobre esta solución, por mínimos que sean.

6. Bibliografía

Entendiendo la tecnología VoIP. (2002, marzo). Telefónica. Recuperado en mayo de 2024, de https://www.qsl.net/lw2etu/Entendiendo_VoIP.pdf

Hartpence, B. (2013). *Packet Guide to Voice Over IP.* O'Reilly Media, Inc.

Comparing analog phone system vs. VoIP. (2024, marzo). Yeastar. Recuperado en mayo de 2024, de <https://www.yeastar.com/blog/voip-vs-analog-phone-system/>

How does VoIP work? (2024, marzo). Nextiva Blog. Recuperado en mayo de 2024, de <https://www.nextiva.com/blog/how-does-voip-work.html>

What are VoIP codecs? (2024, marzo). Nextiva Blog. Recuperado en mayo de 2024, de <https://www.nextiva.com/blog/voip-codecs.html>

Hersent, O. (2010). *IP Telephony: Deploying VoIP Protocols and IMS Infrastructure.* Wiley.

VoIP: Protocolos de transporte. (2008, febrero). Security Art Work. Recuperado en mayo de 2024, de <https://www.securityartwork.es/2008/02/27/voip-protocolos-de-transporte/>

Johnston, A. B. (2009). *SIP: Understanding the Session Initiation Protocol.* Artech House Publishers.