



TELECOMUNICACION

Campus Sur  
POLITÉCNICA

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

## PROYECTO FIN DE GRADO

**TÍTULO:** Desarrollo asistente conversacional del Centro de Investigación  
Tecnologías Software y Sistemas Multimedia para la Sostenibilidad  
(CITSEM)

**AUTOR:** Andrés López Mozo

**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

**TUTOR:** Juana M. Gutiérrez Arriola

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Telemática y Electrónica

**Miembros del Tribunal Calificador:**

**PRESIDENTE:** José Manuel Pardo Martín

**TUTOR:** Juana M. Gutiérrez Arriola

**SECRETARIO:** Sara Lana Serrano

**Fecha de lectura:**

**Calificación:**

El Secretario,



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres y mi familia por haberme apoyado desde el principio y darme la oportunidad de hacer lo que quería.

En segundo lugar, al Colegio Mayor San Juan Evangelista, "El Johnny", y las personas que allí conocí por hacer que sintiese Madrid como mi casa.

Por último, y no menos importante, querría agradecerse a Alberto Carrasco, Maria Jiménez, Álvaro Asenjo, Jairo Gallardo y Andrés Molina por todo lo que han aportado a mi vida, tanto dentro como fuera de la Escuela.



## RESUMEN

La transformación digital lleva años siendo clave en los cambios que se producen en el mundo actual. Estos cambios se producen en ámbitos muy diversos de la sociedad como son el empresarial, el educativo o el gubernamental. Sin embargo, en todos estos mundos la consecuencia es la misma: la aparición de nuevos procesos y nuevas formas de realizar las tareas cotidianas de las organizaciones, siendo clave en los resultados de esta.

Un claro ejemplo de estas nuevas formas de realizar tareas es la gran evolución que ha sufrido la tecnología del Procesamiento del Lenguaje Natural. Esto ha permitido la aparición de nuevos canales de comunicación con las máquinas, creando mercados hasta ahora inexistentes como el de los asistentes virtuales como Alexa. Otro gran ejemplo de cómo la revolución industrial está generando grandes cambios es la aparición de los sistemas de computación en la nube. Esta tecnología permite disponer de infraestructuras tecnológicas con una inversión mínima. Como consecuencia, empresas que hasta ahora no podían permitirse el desembolso de la compra y mantenimiento de las infraestructuras necesarias ahora puedan disponer de las herramientas que hasta hace muy poco estaban reservadas para grandes empresas.

En este proyecto se pretende sacar provecho de estas dos tecnologías para desarrollar un asistente conversacional web para el CITSEM. Este asistente ayudará al personal del centro a realizar tareas del día a día y como canal de información y comunicación del centro con cualquier persona que esté interesada. Para ello se utilizará tanto la tecnología NLP como la tecnología de computación en la nube que ofrece Google debido a su gran potencial y su uso gratuito. En concreto se utilizará Dialogflow ES para la parte NLP y los diferentes productos de Google Cloud necesarios para la realización del proyecto.

Como resultado se obtiene tanto el asistente conversacional funcional completamente como las pruebas realizadas del nivel de acierto del asistente ante las frases de los usuarios.



## ABSTRACT

Digital transformation has been a key factor in the changes that are taking place in today's world for years. These changes are taking place in very diverse areas of society, such as business, education and government. However, in all these worlds the consequence are the same: the emergence of new processes and new ways of performing the daily tasks of the organizations, being key in the results of this.

A clear example of these new ways of performing tasks is the great evolution that Natural Language Processing technology has undergone. This has allowed that new channels of communication with machines has appeared, creating non-existent markets such as virtual assistants like Alexa. Another great example of how the digital transformation is generating great changes is the emergence of cloud computing systems. This technology allows having technological infrastructures with minimal investment. As a result, companies that until now could not afford the purchase and maintenance of the necessary infrastructure can now have the tools that until recently were reserved for large companies.

This project aims to take advantage of these two technologies to develop a conversational web assistant for CITSEM. This assistant will help the center's staff to perform day-to-day tasks and as a channel of information and communication of the center with anyone who is interested. For this purpose, both technologies choosed, NLP technology and cloud computing technology, are offered by Google due to its great potential and its free use. Specifically, Dialogflow ES will be used for the NLP part and different Google Cloud products necessary for the realization of the project.

As a result, the fully functional conversational assistant and the tests performed on the level of accuracy of the assistant to the user's sentences are obtained..



# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	9
1.1	ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....	9
2	ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO.....	11
2.1	TRASFORMACIÓN DIGITAL .....	11
2.2	INTERFACES HUMANO-MÁQUINA .....	14
2.3	INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	16
2.4	PROCESAMIENTO LENGUAJE NATURAL.....	22
2.5	COMPUTACIÓN EN LA NUBE .....	24
2.6	BASES DE DATOS NO RELACIONALES .....	28
3	ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DE DISEÑO .....	33
4	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA .....	35
4.1	DISEÑO DE FLUJOS CONVERSACIONALES.....	35
4.2	IMPLEMENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA .....	38
4.3	DESARROLLO MODELO DE CONOCIMIENTO .....	42
4.4	MODELO BASE DE DATOS.....	48
4.5	DESARROLLO BACK.....	49
4.6	IMPLEMENTACION FRONTAL WEB.....	51
5	RESULTADOS .....	53
5.1	PRUEBAS MODELO DE CONOCIMIENTO .....	53
5.2	PRUEBAS ASISTENTE CONVERSACIONAL .....	54
6	PLANOS.....	57
7	PRESUPUESTO.....	62
7.1	GASTOS INICIALES.....	62
7.2	GASTOS RECURRENTE.....	63
8	MANUAL DE DESPLIEGUE.....	67
8.1	CREACIÓN CUENTA DE GOOGLE .....	67

8.2	DESPLIEGUE DE AGENTE DIALOGFLOW Y ARQUITECTURA.....	68
8.3	INTEGRACIÓN DEL ASISTENTE EN PÁGINA WEB .....	75
9	CONCLUSIONES.....	77
10	LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
11	ANEXOS O APÉNDICES.....	87
11.1	RESULTADOS PRUEBAS ENTRENAMIENTO .....	87
11.2	Flujos Conversacionales.....	91

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución Industrial [6].....	14
Figura 2: Evolución Interfaces de Usuario .....	15
Figura 3: Inteligencia Artificial.....	17
Figura 4: Redes Neuronales Monocapa [11] .....	19
Figura 5: Redes Neuronales Multicapa [11] .....	19
Figura 6: Redes Neuronales Convolucionales [11] .....	20
Figura 7: Redes Neuronales Recurrentes [11] .....	20
Figura 8: Redes Neuronales de Base Radial [11] .....	20
Figura 9: Machine Learning VS Deep Learning.....	22
Figura 10 Asistente Iberia WhatsApp .....	24
Figura 11 Tipos de Computación en la Nube [20].....	26
Figura 12 Logos de los principales proveedores de Computación en la nube .....	28
Figura 13: Arquitectura Desarrollada.....	39
Figura 14: Integración Dialogflow Messenger [27].....	40
Figura 15: Precio Dialogflow ES [28].....	41
Figura 16: Arquitectura Modelo-Vista-Controlador [32].....	50
Figura 17: Captura FAQ - Como Llegar .....	54
Figura 18: Captura FAQ – Contacto .....	55
Figura 19: Captura FAQ - Información CITSEM.....	55
Figura 20: Captura Crear Tarea (I).....	56
Figura 21: Captura Crear Tarea (II) .....	56
Figura 22: Leyenda flujos conversacionales.....	57
Figura 23: FAQ - Contacto .....	58
Figura 24: FAQ - Como Llegar.....	58
Figura 25: Crear Tarea (I).....	59
Figura 26: Crear Tarea (II) .....	60

Figura 27: Precio Dialogflow ES [28].....	64
Figura 28: Cuota límite nivel gratuito Dialogflow ES [32].....	64
Figura 29: Precio Por Invocación Google Cloud Functions [29] .....	64
Figura 30: Cuota gratuita Firestore [30] .....	65
Figura 31: Precio estimado Firestore [35] .....	65
Figura 32: Creación cuenta Google [36].....	67
Figura 33: Página principal Dialogflow ES[37].....	68
Figura 34: Creación Agente Dialogflow ES.....	68
Figura 35: Restauración agente Dialogflow ES .....	69
Figura 36: Creación Función Google Cloud .....	70
Figura 37: Configuración Función Cloud Functions .....	70
Figura 38: Pantalla principal Cloud Functions con la función desplegada.....	71
Figura 39: Obtención endpoint función Cloud Functions .....	71
Figura 40: Configuración fulfillment Dialogflow ES.....	72
Figura 41: Importación de base de datos.....	72
Figura 42: Creación cuenta de servicio Google Cloud.....	73
Figura 43: Configuración privilegios cuenta de servicio Google Cloud.....	73
Figura 44: Creación clave cuenta de servicio Google Cloud .....	74
Figura 45: Importación clave cuenta de servicio Google Cloud.....	74
Figura 46: Configuración Dialogflow Messenger.....	75
Figura 47: FAQ - Contacto.....	91
Figura 48: FAQ - Como Llegar.....	91
Figura 49: FAQ - Informacion CITSEM.....	92
Figura 50: FAQ - Areas Estratégicas (I).....	93
Figura 51: FAQ - Areas Estrategicas (II).....	94
Figura 52: FAQ - Areas Estrategicas (II) .....	94
Figura 53: FAQ - Grupos Investigacion.....	95

Figura 54: FAQ - Ofertas Trabajo.....	96
Figura 55: FAQ – Estudios Master y Doctorado .....	97
Figura 56: UC – Login.....	98
Figura 57: UC - Búsqueda Documentos.....	99
Figura 58: UC - Búsqueda Proyectos I+D .....	100
Figura 59: UC - Búsqueda Libros y Capítulos .....	101
Figura 60: UC - Búsqueda Artículos.....	102
Figura 61: UC – Creación Eventos .....	103
Figura 62: UC – Búsqueda.....	104
Figura 63: Crear Tarea (I).....	105
Figura 64: Crear Tarea (II).....	106
Figura 65: Ver Tareas (I).....	107
Figura 66: Ver Tareas (II).....	108
Figura 67: Crear Seminario (I).....	109
Figura 68: Crear Seminario (II) .....	110
Figura 69: Ver Seminarios .....	111
Figura 70: Crear Reunión (I) .....	112
Figura 71: Crear Reunión (II).....	113
Figura 72: Crear Reunión (III).....	114
Figura 73: Ver Reuniones.....	115
Figura 74: Crear Proyectoç.....	116
Figura 75: Publicar Documentos.....	117
Figura 76: Retirar Documentos.....	118
Figura 77: SmallTalk – Ayuda .....	119
Figura 78: SmallTalk – Bienvenida.....	119
Figura 79: SmallTalk.....	120



## LISTA ACRÓNIMOS

Acrónimo	Significado
ALPAC	Automatic Language Processing Advisory Committee
AWS	Amazon Web Services
CLI	Command Line Interface
CPD	Centro de Procesamiento de Datos
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
GUI	Graphic User Interface
IA	Inteligencia Artificial
IaaS	Infrastructure as a Service
IoT	Internet of Things
NLP	Natural Language Processing
MacOS	Macintosh Operating System
MS-DOS	Microsoft Disk Operating System
NUI	Natural User Interface
PAAS	Platform As A Service
PLC	Controladores Lógicos Programables



# 1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se pueden distinguir hechos o invenciones cuyo poder de transformación en todos los ámbitos en la sociedad es mucho mayor de lo normal. El primer ejemplo de ello puede ser la invención del fuego con las consecuencias que tuvo para el desarrollo de la humanidad. Otro gran ejemplo sería la invención de la máquina de vapor y la revolución industrial que vino con ella. El mundo pasó de crear todo a mano y de manera individual a tener el poder de fabricar por medio de máquinas en cadenas de producción. Hoy en día se puede decir que está pasando algo parecido con la llamada revolución industrial 4.0 que se apoya en tecnologías como la domótica, el Internet de las cosas (Internet Of Things, IOT), el aprendizaje de las máquinas o *machine learning* o la computación en la nube.

El objetivo de este proyecto es aplicar esta transformación digital que supone la revolución industrial 4.0 y sus tecnologías más importantes en el CITSEM. Para ello se ha desarrollado un asistente conversacional web con dos claras funciones. Por un lado, facilitar al personal del centro la realización de sus tareas del día a día como puede ser la gestión de tareas, reuniones y documentos. Por otro, el asistente sirve como canal de información y comunicación del centro con cualquier persona que esté interesada. Los usuarios podrán obtener los diferentes modos de contacto con el centro, las formas en las que puede llegar, las ofertas de trabajo disponibles o conocer más en profundidad la organización y finalidad del centro.

## 1.1 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento se organiza en 11 capítulos a través de los cuales primero el lector obtendrá el marco y los conceptos necesarios para la correcta comprensión de los capítulos posteriores.

De esta manera tras el final de este primer capítulo el lector encontrará una descripción del marco tecnológico en el que se encuentra. Así el usuario conocerá más a fondo la transformación digital y la revolución industrial 4.0 primero. Posteriormente se verá una evolución tecnológica de las diferentes tecnologías o campos tecnológicos involucrados en el desarrollo del proyecto:

## 1 - INTRODUCCIÓN

interfaces humano-máquina, Inteligencia Artificial (IA) y NLP (Natural Language Processing), computación en la nube y las bases de datos no relacionales.

Los siguientes capítulos se organizan en el orden cronológico empleado para el desarrollo de la solución propuesta. De esta manera en el capítulo 3 se muestran las especificaciones y restricciones de diseño planteadas en un inicio. Posteriormente, en el capítulo 4, se describe en profundidad la solución propuesta, mostrando primero el diseño de flujos conversacionales diseñados para poder cumplir con las especificaciones anteriormente enumeradas. A continuación, se muestra el diseño de la arquitectura diseñada entrando a detallar tanto el entrenamiento del motor cognitivo, como el modelo de base de datos utilizados, como el desarrollo de la lógica de programación necesaria para el funcionamiento del asistente.

Una vez el lector ha conocido la solución propuesta podrá ver los resultados correspondientes al entendimiento del motor cognitivo y capturas del funcionamiento del asistente en el capítulo 5. En el capítulo 6 se verán gráficamente los flujos conversacionales desarrollados y el plano de la arquitectura. En los siguientes capítulos el lector podrá ver un presupuesto para la realización en el mundo real del asistente (Capítulo 7), un manual de despliegue para poder poner en funcionamiento el asistente desarrollado (Capítulo 8) y las conclusiones obtenidas (Capítulo 9). Por último, se encuentran las referencias bibliográficas en el Capítulo 10 y los anexos en el Capítulo 11.

## 2 ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

El fin de este capítulo es poder situar primero al lector en el campo tecnológico en el que se encuentra el proyecto: la transformación digital. Para ello se hará un análisis de este proceso que está transformando muchas de nuestras costumbres de vida como es el de la comunicación en todas sus formas.

Posteriormente veremos cómo esta revolución industrial está cambiando la comunicación entre el humano y las máquinas, mostrando la evolución de esta y como tiende a ser cada vez más natural e intuitiva. Esta evolución servirá como introducción para conocer la tecnología de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) en la que se centrará la siguiente parte del capítulo. Analizaremos su desarrollo en las últimas décadas y como esto está provocando que su implantación sea cada vez mayor en el mundo real.

Por último, se explicará la revolución tecnológica en el mundo de las infraestructuras necesarias para esta transformación digital, haciendo hincapié primero en el mundo de las Infraestructuras Como Servicio (IAAS, Infrastructure As A Service) y las consecuencias de su aparición en el mundo real. Después se describirá brevemente los dos tipos de bases de datos existentes y porqué las bases de datos no relacionales son cada vez más usadas.

### 2.1 TRASFORMACIÓN DIGITAL

El primer término que hay que conocer para poder enmarcar este proyecto y las tecnologías de las que hace uso es el de Transformación Digital. Aunque hasta la aparición de la COVID-19 no era un término conocido por la sociedad en general, lleva años, incluso décadas cambiando nuestras formas de vida. Un ejemplo de ello es como el *streaming* ha cambiado por completo el modo de consumo de la música y el mundo audiovisual. Pero ya años antes se habían producido fenómenos similares en el mundo de la fotografía con el paso del mundo analógico al digital o como el papel ha sido, en parte, sustituido por medios de almacenamiento digitales.

La Transformación Digital [1] se puede definir como la integración de tecnología digital en todas las áreas de una organización y los cambios que se producen

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

como consecuencia de esta. Esta transformación se está produciendo principalmente en el mundo empresarial, pero es algo que afecta también a otros mundos como el gubernamental o el educativo. John Chambers, CEO de Cisco dijo en 2020 que al menos el 40% de las empresas existentes actualmente desaparecerían en los próximos 10 años si no eran capaces de realizar una transformación digital a tiempo [2].

Uno de los primeros grandes casos de las consecuencias en el mundo empresarial de esta transformación digital puede ser la desaparición de Kodak [3]. Su modelo de negocio se basaba en vender cámaras de gran calidad a un gran precio ya que dónde realmente ganaba, era en la venta de los carretes necesarios para su utilización. Los ingresos por la venta de las películas fotográficas llegaban a suponer un 72% del total. Con la llegada de la fotografía digital, la compañía no supo adaptar su modelo de negocio y terminó declarándose en bancarrota en 2015. Sin embargo, la transformación digital no solo cambia el mundo empresarial, trasciende al mundo gubernamental, administración pública, comunidad académica y muchos otros componentes de la sociedad.

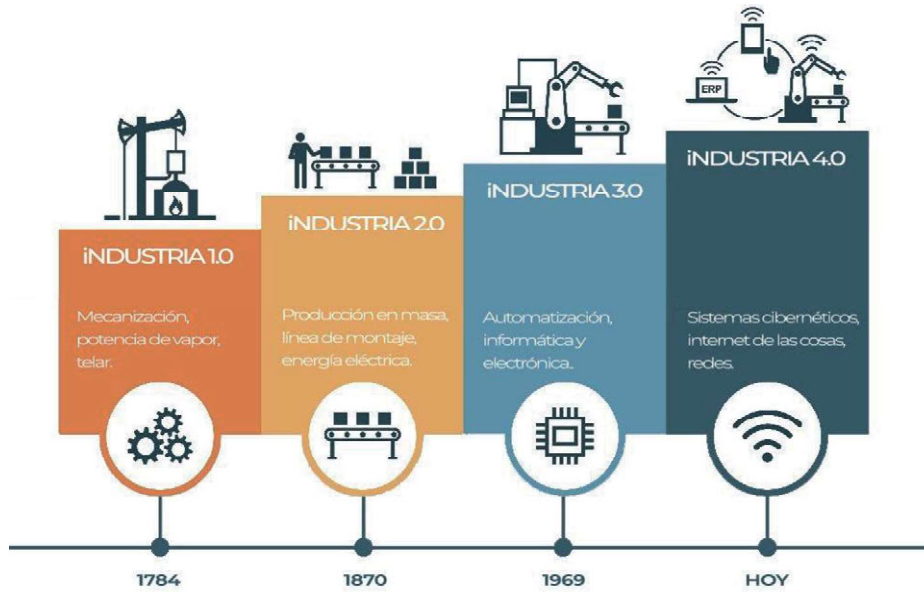
Un ejemplo de cómo la transformación digital ha modificado el mundo empresarial es como la relación de los clientes con las empresas ha cambiado. Se ha pasado del mero contacto telefónico o postal a disponer de una gran cantidad de medios de comunicación como páginas web, aplicaciones, etc. Esta evolución también ha permitido que esta comunicación sea cada vez más bidireccional. Antes casi todas las comunicaciones se producían desde el cliente hasta la empresa. Ahora se ve como todas las empresas tienen perfiles en redes sociales y páginas webs en las que son ellas las que comunican hacia sus clientes. Esto les permite fortalecer la relación con el cliente y que este se sienta mejor atendido.

En el caso de las organizaciones gubernamentales la transformación digital ha estado claramente presente en los últimos años. Son muchos los mandatarios que ya no se limitan a las ruedas de prensa oficiales y públicas para hacer anuncios. Además de estas ahora cuentan con perfiles en redes sociales que actualizan a diario. Otro caso muy reciente es como en estos años de pandemia el voto telemático ha estado presente en muchas de las votaciones del congreso del Estado Español. Lo mismo ocurre en sector de la administración pública

donde cada vez son más los trámites que se pueden realizar de forma telemática. En lo referente al mundo académico también ha habido una gran evolución en la forma de comunicación que tienen con sus empleados, estudiantes y la sociedad en general. Todas las universidades disponen de plataformas telemáticas que ayudan tanto a los estudiantes como a los profesores en sus tareas del día a día. De esta manera los alumnos tienen el material de estudio, calificaciones, tareas y fechas importantes en un mismo portal. Otro ejemplo es como con el COVID-19 todos los alumnos de los colegios tuvieron que adaptarse a dar las clases desde casa. Esto que los alumnos y profesores cambiasen su forma de dar las clases diariamente haciendo que empresas como Zoom se volvieran muy populares o surgiesen nuevas como Gather Town [4] en la que se pueden crear clases virtuales. Esto sumado a su apariencia de videojuego la hace perfecta para un entorno escolar.

Una vez se ha definido qué es la transformación digital y sus consecuencias, es hora de ver qué tecnologías son claves para su posible realización y la gran evolución que han sufrido estas en las últimas décadas. Estas tecnologías son las que forman parte de la cuarta revolución industrial o industria 4.0 [5]. A finales del siglo XVII se produjo en Gran Bretaña la primera revolución industrial. El uso de la máquina de vapor y la energía hidráulica permitió pasar de los procesos manuales a la producción en masa y mecanizada. Tan solo un siglo después, las líneas de montaje, la aparición del petróleo, gas y energía eléctrica, junto con avances como el telégrafo y el teléfono, propició la segunda revolución industrial. De esta manera se introdujo un cierto grado de automatización en el proceso de manufactura. La tercera revolución industrial llegó a mediados del siglo XX apoyándose en dos grandes pilares. Por un lado, los ordenadores, el avance en las telecomunicaciones y el análisis de datos. Por otro, los Controladores Lógicos Programables (PLC) que permiten la digitalización de las fábricas. En esta cuarta revolución industrial serán los robots integrados en sistemas ciberfísicos los que cambiarán el mundo. Cinco tecnologías claves en estos sistemas y la cuarta revolución industrial son: Internet de las Cosas (IoT), ciberseguridad, edge computing, computación en la nube y la Inteligencia Artificial (IA). Un ejemplo de la evolución que supone la cuarta revolución industrial son los grandes cambios que se están viendo en los últimos años en las interfaces humano-máquina.

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO



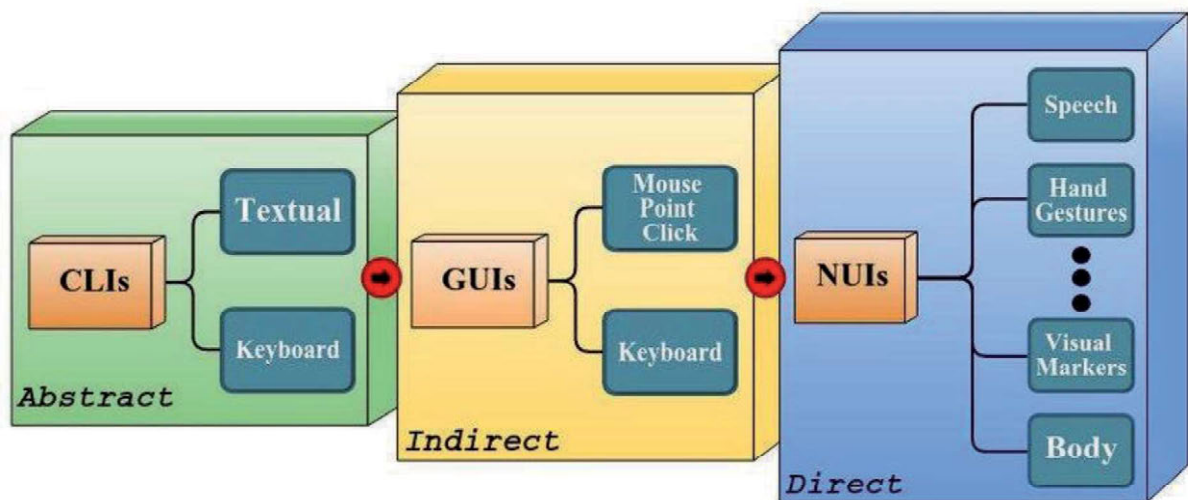
*Figura 1: Evolución Industrial [6]*

### 2.2 INTERFACES HUMANO-MÁQUINA

Desde que el ser humano desarrolló los primeros dispositivos electrónicos, ha existido la necesidad de un “canal de comunicación” por el que el usuario pueda dar instrucciones al dispositivo. En un primer momento, eran muy pocas las personas que interactuaban con las máquinas. Su uso se limitaba a casos muy puntuales y en el mundo profesional debido a su alto coste. Esto hacía que las personas que interactuaban con dispositivos electrónicos solían tener una formación académica alta o en su defecto contaban con una formación expresa para el manejo de ellos. Esto era consecuencia de que las interfaces de comunicación entre el usuario y la máquina eran bastante complejas, muy poco intuitivas y requerían de un conocimiento científico previo para poder entenderlas.

La gran evolución tecnológica de la segunda mitad del siglo XX hizo que los dispositivos electrónicos pasasen poco a poco a formar parte del día a día. Pasaron de usos puntuales y profesionales a un uso mucho más generalizado. Esta generalización se produjo por un lado en el número de actividades o tareas en las que había un dispositivo electrónico presente. Los dispositivos salían del uso profesional y de los laboratorios para estar presentes en tareas del día a día. También se generalizó su uso desde el punto de vista de las personas que tenían acceso a ellos. Pasaron de ser herramientas de trabajo o laboratorio a estar en la

casa de cualquier ciudadano. Aún en la actualidad vemos como sigue extendiéndose o mejorándose el uso de la tecnología en nuestro día a día. Esta generalización produjo y sigue produciendo que haya grandes cambios en la forma que nos comunicamos con la tecnología. Las interfaces son cada vez más sencillas, intuitivas y permiten al usuario abstraerse completamente de la tecnología que hace posible el funcionamiento del dispositivo que está usando. Esta evolución se ve reflejada en los tres tipos de interfaces de usuario: CLI (Command-Line-Interface), GUI (Graphical User Interface) y NUI (Natural User Interface).



*Figura 2: Evolución Interfaces de Usuario*

Las interfaces CLI funcionan a base comandos. El usuario introduce a través de un teclado el comando deseado y el dispositivo ejecuta la acción correspondiente devolviendo la información también en formato de texto. Además, obliga al usuario a conocer una gran cantidad de comandos, haciendo que el uso de los dispositivos sea bastante complejo. Ejemplos de CLI son MS-DOS (1981) y Apple DOS. El siguiente grupo de interfaces, las GUI, se diferencian de las primeras por varios motivos. Con la ayuda del ratón y apoyado en una representación gráfica de la información, con botones y elementos interactivos visuales, el usuario puede interactuar con el dispositivo de una forma más intuitiva. Con ellas el uso de los dispositivos electrónicos es mucho más accesible, permitiendo que personas sin un gran conocimiento tecnológico puedan hacer uso de ellos. Esto ocurrió por primera vez con el Xerox Alto y los ejemplos más conocidos son Windows o MacOS. También está dentro de este

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

tipo de interfaces las interfaces táctiles, totalmente extendidas por el auge de los dispositivos móviles inteligentes.

Sin embargo, todas estas formas de interacción requieren de un aprendizaje previo y una adaptación ya que ninguna es natural. Este problema es el que quieren resolver las interfaces de usuario NUI. Estas permiten comunicar al usuario con los dispositivos de forma natural como puede ser a través de gestos corporales o el habla. Un ejemplo del primer tipo es el Xbox Kinect (2010) que permitía al usuario jugar a la videoconsola con los movimientos de su cuerpo que eran captados a través de una cámara. En el caso de las interfaces apoyadas en el habla, los ejemplos más conocidos y que están teniendo un mayor crecimiento son los asistentes conversacionales. Alexa y Google Assistant son los más conocidos.

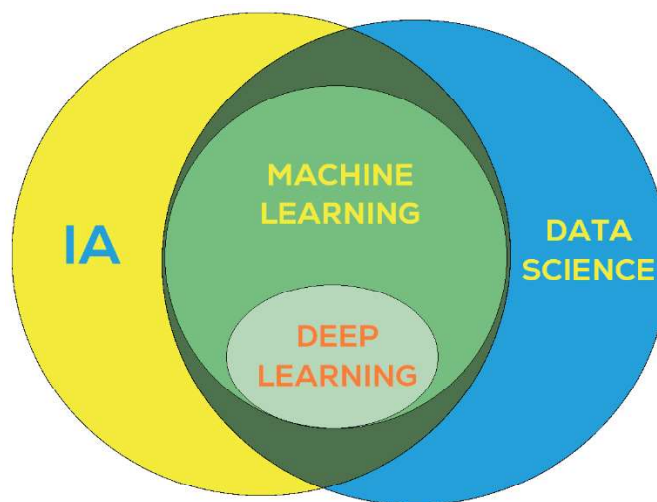
### 2.3 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La IA es una de las tecnologías más importantes en el desarrollo de la transformación digital y la industria 4.0. Su utilidad se extiende a infinidad de campos. Los asistentes personales como Siri o Alexa se basan en el procesamiento de lenguaje natural. Herramientas como Google Fotos te agrupa las fotos por personas gracias a la técnica de reconocimiento de imágenes. Las webs de venta de productos sugieren productos relacionados con el buscado o Google Maps es capaz de calcular en cada momento la mejor ruta a tu destino en función del tráfico en ese momento. Todas estas aplicaciones son una realidad gracias a la inteligencia artificial.

“La Inteligencia artificial es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos considerados inteligentes. En otras palabras, la IA es el concepto según el cual las máquinas piensan como seres humanos” [7]. El término nace en verano de 1956 en una conferencia celebrada en Dartmouth College (New Hampshire, EEUU) [8] organizada por John McCarthy (Dartmouth College), Marvin Minsky (Harvard University), Claude Shannon (Bell Telephone Laboratories) y Nathaniel Rochester (I.B.M. Corporation). En ella proponían un estudio durante dos meses por parte de 10 investigadores. Este estudio se basaba en la conjetura de que todos los aspectos del aprendizaje o inteligencia humana podían ser descritos de manera que una máquina pueda simularlos. Sus

esfuerzos se basarían en máquinas capaces de usar el lenguaje, resolver problemas hasta ahora reservados para los humanos y aprender por sí mismos. No tardaría mucho el Gobierno de Estados Unidos en mostrar interés hacia este campo. El Departamento de Defensa a través de la agencia DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) [9] empieza con el entrenamiento de máquinas capaces de imitar el pensamiento humano más básico. Desde entonces el desarrollo de la IA no ha parado de crecer y evolucionar.

Es muy común escuchar o leer el termino IA acompañado del de machine learning (aprendizaje automático) como si se tratasen de lo mismo. Sin embargo, esto no es así. El aprendizaje automático es una de las patas sobre las que se apoya la I.A. pero no toda la IA está basada en él. Es decir, todo sistema basado en aprendizaje automático es un sistema de I.A., pero esto no sucede al revés. Existen sistemas de IA que no se basan en el aprendizaje automático. Además del aprendizaje automático hay otros dos conceptos básicos en la evolución del NLP, campo de la IA en la que se basa este proyecto. Estos dos conceptos son las redes neuronales y el aprendizaje profundo. A continuación, se hace una descripción de estos tres conceptos.



*Figura 3: Inteligencia Artificial*

Las redes neuronales [10] se definen como sistemas informáticos que disponen de nodos. Estos sistemas se interconectan entre sí a través de esos nodos, funcionando de la misma manera que hacen las neuronas de un cerebro humano. A través de algoritmos, son capaces de obtener patrones y modelos a partir de una colección de datos además de aprender y mejorar continuamente.

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

Fueron Walter Pitts y Warren McCulloch en 1943 los que inventaron el concepto de la primera red neuronal. En un artículo describían el funcionamiento de las neuronas humanas, imitando su comportamiento a través de una sencilla red montada con circuitos eléctricos. Este artículo fue un gran avance para el uso de redes neuronales en la IA.

Tras este artículo y la ya mencionada conferencia de Dartmouth, la investigación en este campo sufrió una gran revolución. Es en 1975 cuando Kunihiko Fukushima implementa por primera vez una verdadera red neuronal compuesta por varias capas. Su objetivo principal era que el sistema pudiese funcionar como un cerebro humano, siendo capaz de resolver problemas de la misma manera. No obstante, debido a la complejidad este objetivo fue sustituido por el de hacer que estos sistemas hiciesen tareas más específicas. A partir de entonces las redes neuronales son usadas para muy diversos fines. Desde la realización de simuladores de juego de mesa, reconocimiento de imágenes, traducción, diagnóstico médico o el reconocimiento del habla. La última revolución de las redes neuronales ha llegado con el Big Data. Esto ha permitido crear sistemas de aprendizaje profundo que no dejan de ser redes neuronales formadas por una gran cantidad de capas.

Ejemplos del uso de redes neuronales en la vida real son:

- Detectar posibles fraudes con las tarjetas de crédito.
- Mejorar la logística de sistemas ferroviarios.
- Reconocimiento de voz.
- Diagnóstico de enfermedades.
- Publicidad dirigida.
- Predicciones financieras.
- Sistemas de control robótico

Existen varios tipos de redes neuronales. Por un lado, están las redes neuronales monocapa que son las más simples de todas. Este tipo de redes está formado por una capa de neuronas de entrada y una serie de neuronas de salida donde se realizan los cálculos.

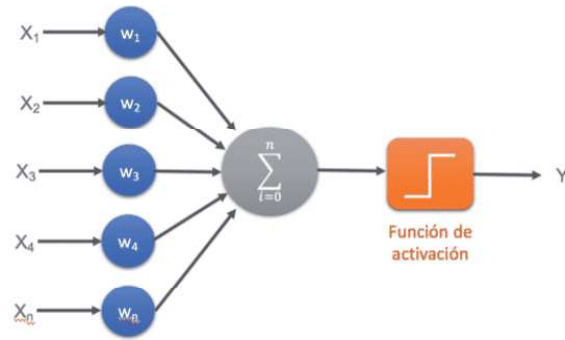


Figura 4: Redes Neuronales Monocapa [11]

El siguiente tipo son las redes neuronales multicapa. Este tipo se diferencia del anterior porque entre la capa de entrada y la de salida hay una serie de capas ocultas. En función de las conexiones que tenga se dividen en parcial o totalmente conectadas.

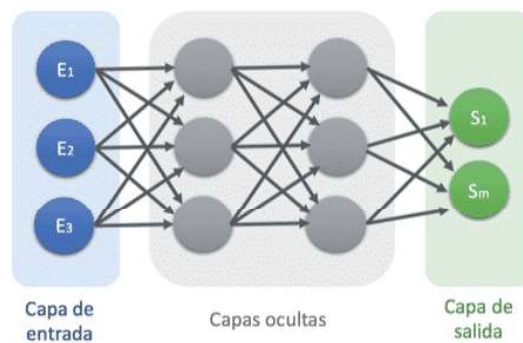


Figura 5: Redes Neuronales Multicapa [11]

Otro tipo de redes neuronales son las redes neuronales convolucionales (CNN) que se diferencian de las multicapa en que cada neurona de una capa no se une con todas las capas siguientes sino solo con algunas. Con esto se consigue reducir tanto el número de neuronas como la complejidad computacional.

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

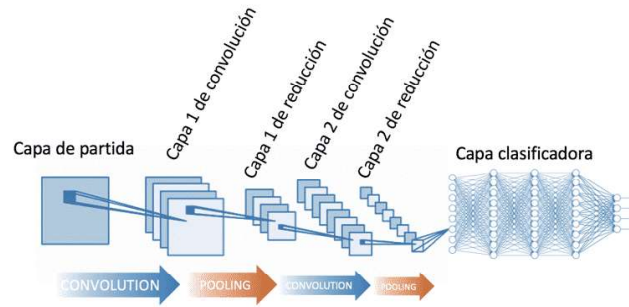


Figura 6: Redes Neuronales Convolucionales [11]

El siguiente gran tipo son las redes neuronales recurrentes. Estas son muy diferentes a todos los tipos anteriores, desechando el modelo por capas. En este caso se realizan conexiones arbitrarias entre las neuronas, dando la posibilidad de crear ciclos, lo que permite que la red neuronal adquiera memoria.

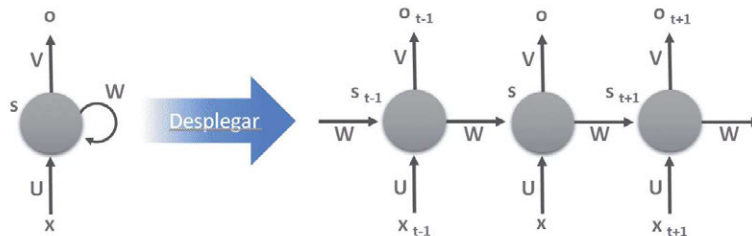


Figura 7: Redes Neuronales Recurrentes [11]

El último tipo y más complejo son las redes neuronales de base radial (RBF). Estas redes calculan la salida a partir de la distancia hasta un punto llamado centro siendo una combinación de las funciones utilizadas por las neuronas que forman la red.

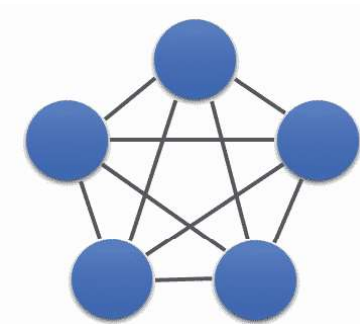


Figura 8: Redes Neuronales de Base Radial [11]

El siguiente gran concepto es el aprendizaje automático o *machine learning* [12]. Se trata de "un método de análisis de datos que automatiza la construcción de

modelos analíticos. Es una rama de la inteligencia artificial basada en la idea de que los sistemas pueden aprender de datos, identificar patrones y tomar decisiones con mínima intervención humana.” Es decir, los sistemas analizan los datos de entrada para poder tomar decisiones futuras por si solos a través de una serie de algoritmos. Además, estos sistemas están en aprendizaje continuo, siendo de vital importancia la cantidad de datos con la que se alimenta el modelo. Esto ha hecho que el gran desarrollo que ha sufrido el Big Data en los últimos años haya ayudado mucho a la evolución de los sistemas de aprendizaje automático.

Cuatro de los algoritmos más importantes de *machine learning* son: los algoritmos basados en aprendizaje supervisado, aprendizaje semi supervisado, no supervisado y con refuerzo. Los algoritmos de aprendizaje supervisado son aquellos que son entrenados con datos de entrada etiquetados de los cuales se conoce el resultado deseado. De esta manera el sistema puede comparar el resultado que obtiene en la realidad con el aprendido con las entradas etiquetadas y actuar en consecuencia. El segundo tipo son los algoritmos basados en aprendizaje semi supervisado. Este tipo de sistemas utilizan datos de entrada etiquetados y sin etiquetar. Este tipo de algoritmos se suele usar cuando la etiquetación de los datos de entrada conlleva un alto coste. El tercer tipo de algoritmos son los basados en el aprendizaje no supervisado. Este tipo de sistemas es alimentado con datos sin etiquetar y es el propio sistema el que tiene que identificar patrones y estructuras en ellos. El último tipo de algoritmos, los algoritmos de aprendizaje con refuerzo son aquellas que a partir del ensayo y error encuentran cual es la mejor solución. En este tipo de algoritmos hay tres componentes clave: el agente, que aprende y toma decisiones; el entorno, que es todo lo que interactúa con el agente y las acciones, que es lo que el agente puede hacer. La finalidad del agente es realizar las acciones que consigan el objetivo deseado de mejor manera.

El último concepto básico para entender el desarrollo de la IA es el deep learning o aprendizaje profundo [13] “El aprendizaje profundo es un tipo de aprendizaje automático que entrena a una computadora para que realice tareas como las hacemos los seres humanos, como el reconocimiento del habla, la identificación de imágenes o hacer predicciones.” La gran diferencia con el aprendizaje automático es que, en vez de calcular la salida con cálculos

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

predefinidos a través de algoritmos de regresión y árboles de decisión, usa redes neuronales para obtenerla.

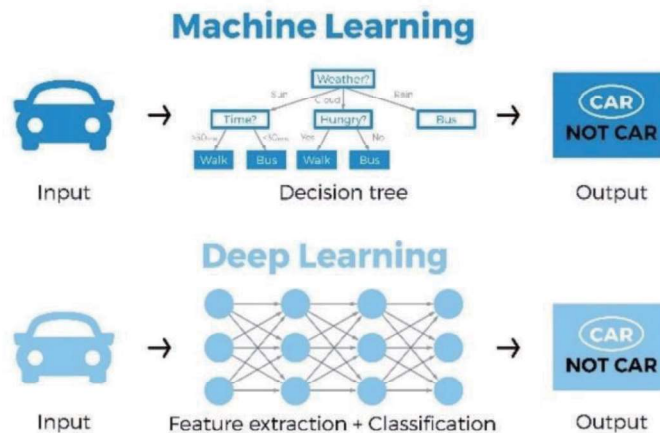


Figura 9: Machine Learning VS Deep Learning

El aprendizaje profundo es utilizado para diversas aplicaciones como el reconocimiento de imágenes, sistemas de recomendación, reconocimiento del habla o el Procesamiento del Lenguaje Natural. Esta tecnología está teniendo una gran evolución y es la base de los asistentes conversacionales.

### 2.4 PROCESAMIENTO LENGUAJE NATURAL

Como se ha visto en el capítulo anterior, las interfaces de usuario más avanzadas (NUI) se basan en las formas de comunicación natural de las personas. Pues bien, la forma de comunicación intrínseca por naturaleza del ser humano es el habla. Es por ello por lo que una de las tecnologías claves para el desarrollo de las NUI es el Procesamiento de Lenguaje Natural.

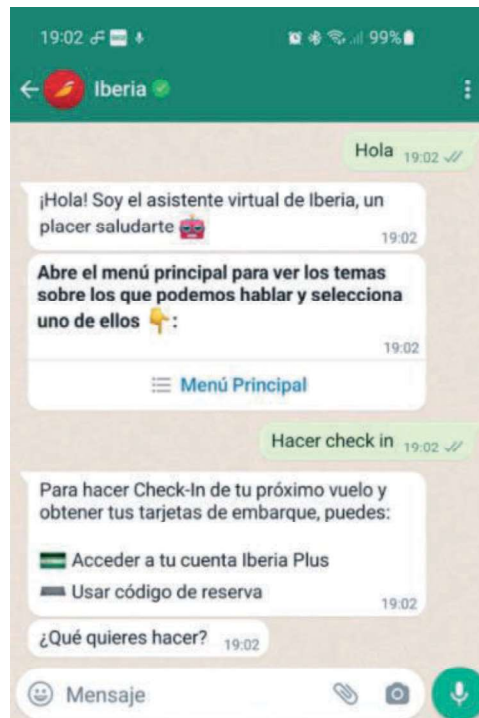
“El procesamiento del lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) es una rama de la inteligencia artificial que ayuda a las computadoras a entender, interpretar y manipular el lenguaje humano. NLP toma elementos prestados de muchas disciplinas, incluyendo la ciencia de la computación y la lingüística computacional, en su afán por cerrar la brecha entre la comunicación humana y el entendimiento de las computadoras.” [14]

El comienzo de esta tecnología se puede datar en la década de 1950. El matemático inglés Alang Turing publica en 1950 un artículo con el nombre de

“Computing Machinery and Intelligence” [15]. En él enuncia lo que hoy en día se denomina la prueba de Turing. Esta consiste en que una persona mantenga una conversación con una persona y con una máquina sin saber cuál es cual. Si el usuario no consigue distinguir cuál es la máquina y cuál es el humano, la máquina pasa la prueba con éxito. Posteriormente, en enero de 1954, la Universidad de Georgetown en colaboración con IBM realizó lo que se conoce como el Experimento de Georgetown-IBM [16]. En él a través de tan solo 250 palabras y 6 reglas gramaticales pudieron traducir de forma automática más de sesenta frases del ruso al inglés. Esto creó la percepción de que la traducción automática sería una problemática resuelta en un futuro próximo. Esto quedó demostrado como erróneo en 1966 con el informe ALPAC. En él se detallaba cómo la evolución no había sido la esperada. Como consecuencia se produjo un parón en la investigación de esta tecnología.

Es a finales de la década de 1980 cuándo esta investigación se vuelve a acelerar con la aparición de los sistemas estadísticos de traducción. Hasta entonces los sistemas de NLP se basaban en una gran cantidad de reglas descritas a mano por desarrolladores. Sin embargo, con la aparición de los algoritmos de aprendizaje automático la tecnología sufre una gran revolución. Los primeros algoritmos desarrollados basados en árboles de decisión generaban reglas parecidas a las escritas por los desarrolladores anteriormente. La introducción de los modelos de Markov, dando un peso variable a las palabras en función de su lugar supuso una gran revolución junto a los modelos estadísticos y probabilísticos. Hoy en día la tecnología de NLP está presente en una gran cantidad de sectores y aplicaciones. Los asistentes personales como Alexa o Google Assistant son cada día más vendidos [17]. Se estima que de los 4.660 millones de dólares que supuso el mercado de asistentes virtuales en 2020 llegue hasta los 17.850 millones de dólares en 2025 [18]. Otro ejemplo de cómo la tecnología NLP está cada vez más presente en nuestras vidas es el crecimiento de los chatbots (agente conversacional) en el mundo empresarial, tanto de texto como de voz. De esta manera, hoy en día es normal realizar acciones cotidianas como reproducir música, encender una luz o incluso otras más complicadas como realizar la facturación de un vuelo a través de la tecnología NLP.

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO



*Figura 10 Asistente Iberia WhatsApp*

Pero ¿cómo funciona una aplicación que hace uso de la tecnología NLP? EL elemento diferenciador frente a otras aplicaciones y que es el encargado de aplicar la tecnología NLP es el motor cognitivo. Este se encarga de recoger el texto del usuario y categorizar esa entrada aplicando la tecnología NLP apoyándose en el entrenamiento recibido.

### 2.5 COMPUTACIÓN EN LA NUBE

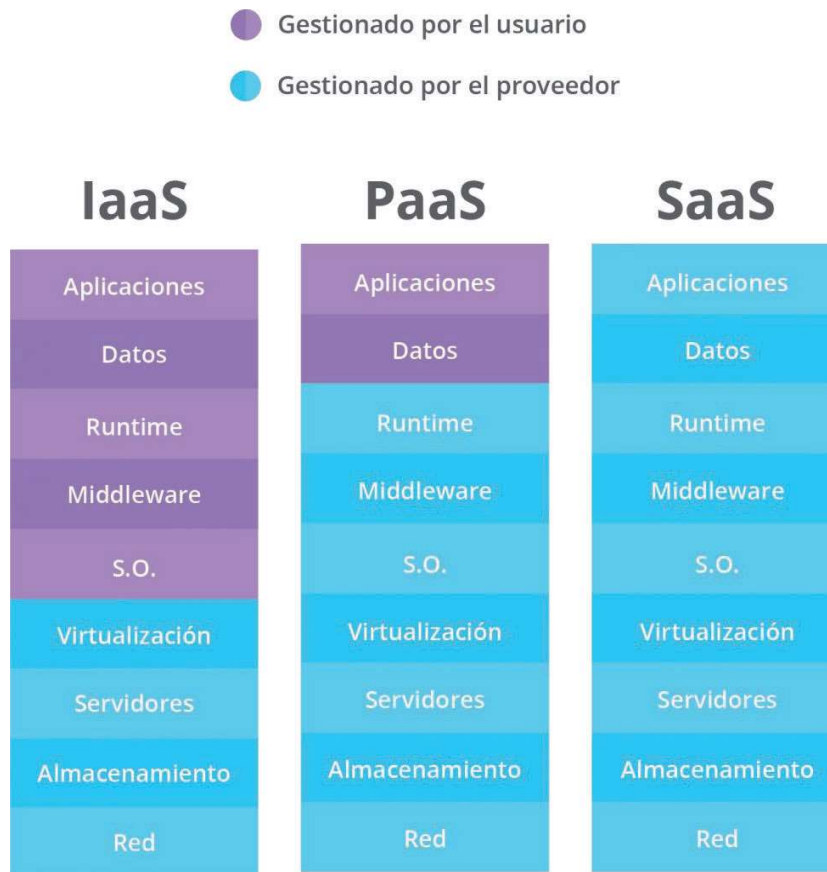
La otra tecnología que ha sufrido un gran desarrollo en los últimos años y forma parte fundamental del desarrollo del proyecto es la de los servicios de computación en la nube. Hasta la aparición de esta tecnología la realización un proyecto de estas características tenía una serie de complicaciones que se solucionan gracias a ella.

Antes de ver las implicaciones que ha tenido el avance de esta tecnología en el desarrollo de la transformación digital y los asistentes, es necesario saber qué es la computación en la nube y sus tipos. La Computación en la Nube es una nueva forma de trabajar en la cual se eliminan los Centros de Procesamientos de Datos privados (CPD) y las máquinas locales. En su lugar proveedores remotos ofrecen los recursos necesarios: red, almacenamiento, etc. Desde el punto de vista del servicio que ofrece se puede clasificar en tres tipos:

Infraestructura como servicio (IAAS), Plataforma como servicio (PAAS) o Software como Servicio (SAAS). [19]

El tipo IAAS es el que se corresponde con el utilizado para la realización del proyecto. Con este modelo los usuarios acceden al nivel más bajo de la infraestructura. De esta manera el proveedor le proporciona los servidores, el almacenamiento de datos y la red, siendo el usuario responsable de la configuración de la arquitectura y las aplicaciones que corren en ella. A este tipo pertenece Google Cloud. El segundo tipo, PAAS, consiste en que el proveedor ofrece el entorno de desarrollo completo, abstrayendo al usuario de la arquitectura que hay por detrás. Además, suelen incluir herramientas para el desarrollo y pruebas de la aplicación. Con este modelo el usuario se preocupa más de la capa final de la aplicación sin tener que administrar servidores, bases de datos, etc. Un ejemplo de PAAS es firebase de Google que proporciona las herramientas necesarias para el desarrollo de aplicaciones web. Por último, está el tipo SAAS y que posiblemente es el más extendido para la población en general. Con este modelo el proveedor ofrece directamente el servicio, normalmente a través de una web o una aplicación. El usuario hace uso del servicio abstrayéndose completamente tanto de la infraestructura subyacente como del funcionamiento interno de la aplicación. Ejemplos de SAAS son herramientas de procesamiento de texto como las que ofrece Google, plataformas de hospedaje de vídeos como Youtube, etc.

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO



*Figura 11 Tipos de Computación en la Nube [20]*

Las ventajas que han traído la tecnología de la Computación en la Nube y en concreto del tipo IAAS son muchas. Para verlas lo mejor es echar un vistazo a cuáles eran las implicaciones hasta la aparición de este modelo a la hora de realizar un proyecto que necesitase de una infraestructura tecnológica. En primer lugar, era necesaria una inversión inicial para poder adquirir los componentes tecnológicos necesarios: servidores, bases de datos, conexión a internet, etc. Teniendo en cuenta el alto coste de estos, el modelo de pago por uso que proponen estas plataformas permite poder iniciar un proyecto evitando hacer un gran desembolso inicial. En segundo lugar, todos estos equipos han de estar en condiciones óptimas de temperatura y humedad, haciendo necesario disponer de un lugar expresamente dedicado a ellos. También requieren de un mantenimiento constante por lo que se requiere de un personal cualificado con el coste que esto conlleva.

Por si esto no fuera poco, en un mundo cada día más digitalizado la seguridad de los datos es cada vez más importante. Esto hace que en los proyectos con tecnología *on premise*, o computación en la nube, este sea un punto crítico, ya

que los sistemas de ciberseguridad son de una alta complejidad y precisas de un gran desembolso. Por último y no menos importante, en caso de que el uso del sistema no sea regular si no que sufra picos de uso se produce uno de los dos siguientes problemas: tener una arquitectura sobredimensionada durante el mayor tiempo de uso para poder responder a todas las peticiones en el momento de uso máximo o tener una infraestructura bien equilibrada para el mayor tiempo de uso pero que no será capaz de responder a todas las peticiones en el momento de pico, pudiendo incluso perder el servicio por completo.

Todos estos problemas se solucionan con las plataformas de computación en la nube. Con este modelo, el usuario se olvida de todas las implicaciones anteriores, accediendo a todos los recursos (red, almacenamiento, etc.) a través de un proveedor remoto. Esto hace que todo el mantenimiento de la infraestructura recaiga sobre el proveedor, haciendo que el usuario solo se preocupe por lo que se despliega en dicha arquitectura. Permite implementar una infraestructura tecnológica sin hacer un gran desembolso inicial e incluso de manera gratuita. Los planes de pago de estas plataformas pertenecen al modelo pago por uso, e incluso suelen incluir un primer nivel de uso gratuito en algunos de sus productos. Además, estos servicios reducen la gestión de la infraestructura a una configuración realizada desde la plataforma. Ya no es necesario tener un emplazamiento físico dedicado con todas las medidas necesarias para el correcto funcionamiento. Otra cosa que facilitan las plataformas IaaS es a nivel de ciberseguridad. Las plataformas tienen sus propios sistemas de seguridad internos, limitando el control de la seguridad sólo a las conexiones que salgan de la nube de la propia plataforma. En estas conexiones también suelen ofrecer soluciones de seguridad que facilitan mucho el despliegue de estas. Sumada a todas estas ventajas esta la posibilidad de escalar la arquitectura en tiempo real, llegando a poder configurarla para que esta se escale automáticamente en función de las necesidades. Es por ello por lo que hoy en día cada vez es menos frecuente la caída de páginas web o de servicios telemáticos en picos de uso. Los proveedores más importantes de este tipo de soluciones son Microsoft (Microsoft Azure), Amazon (AWS) y Google (Google Cloud) cuyos logos vemos en la figura 12.



*Figura 12 Logos de los principales proveedores de Computación en la nube*

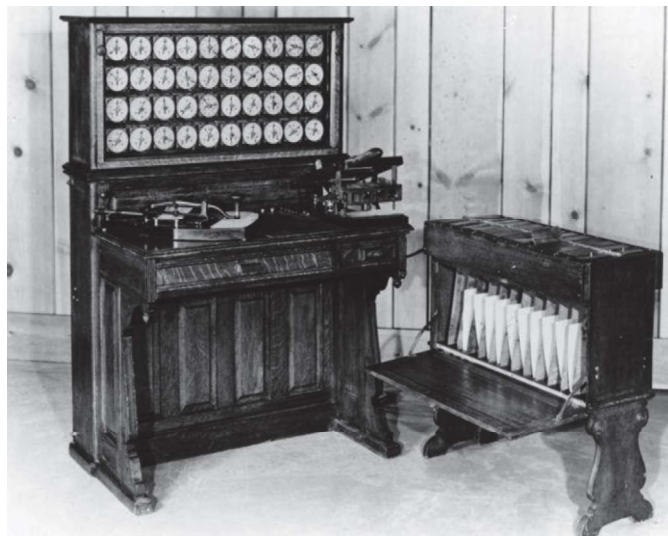
A la hora de analizar los antecedentes y marco tecnológico del proyecto se debe analizar dos mundos muy diferenciados. Por un lado, la evolución de las interfaces de usuario y lo ocurrido en las últimas décadas en el Procesamiento de Language Natural (NLP). Por otro, el desarrollo de infraestructuras Cloud en detrimento de las On Premise y las ventajas que ello conlleva. La evolución de estos dos mundos ha permitido que la forma de comunicación entre cualquier tipo de organización y sus integrantes o seguidores haya sufrido grandes cambios en los últimos años.

### 2.6 BASES DE DATOS NO RELACIONALES

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de guardar información ordenada para posteriormente poder hacer uso de ella de la manera más rápida posible. Por ejemplo, se sabe de la existencia de las bibliotecas al menos desde el siglo VII A.C. cuando se construyó la biblioteca de Nínive [21]. Pues bien, con el avance de las tecnologías se creó la necesidad de poder guardar información de forma automática para posteriormente acceder a ella. Es el nacimiento de la informática y con ella de las bases de datos. “Una base de datos es un conjunto de datos ordenados que están relacionados entre sí y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. Las bases de datos permiten el almacenamiento de grandes cantidades de datos de forma organizada.”

El primer sistema para guardar y tratar información de forma automática se remonta a la década de 1880. Es entonces cuando Herman Hollerith inventa una máquina capaz de procesar tarjetas que tienen perforaciones para guardar la

información [22]. Esta máquina se usó para realizar el censo de los Estados Unidos en 1890, demostrando su gran capacidad de guardar y procesar información. Las tarjetas perforadas se extendieron tanto a todos los sistemas del gobierno como a las empresas. Tal fue el éxito de la empresa de Herman Hollerith, Tabulating Machine Company, que es una de las tres empresas que tras fusionarse dieron origen a Computing Tabulating Recording (CTR) Company, y que en 1924 pasaría a llamarse International Business Machines Corporation (IBM).



*Figura 13 Máquina de tarjetas perforadas de Herman Hollerith [20]*

Posteriormente, en la década de 1950 se desarrollan las cintas magnéticas que permiten guardar información de forma organizada, aunque con el inconveniente de que el acceso a esa información sólo era posible de forma secuencial. Es en la década de 1960 cuando los ordenadores se generalizan en el mundo empresarial por lo que la información se empieza guardar en discos duros. Es entonces cuando nacen las primeras bases de datos de red y que organizan los datos en listas y árboles. Una década después, en la de 1970, Edgar Frank Codd desarrolla el modelo relacional [23]. Este modelo junto con la aparición del lenguaje de consulta estructurado (SQL) ha dominado la tecnología de bases de datos hasta la actualidad. Este lenguaje permite la configuración y administración de una base de datos y los datos contenidos en ella a través de sentencias. En este tipo de bases de datos los datos se estructuran en tablas. Estas tablas están formadas por una serie de campos que tienen cada uno de los registros que se guardan en ella. Después se establecen relaciones entre las diferentes tablas para poder obtener los datos deseados. Para obtener los datos

## 2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

se ejecuta una instrucción SQL definiendo qué datos y de qué tablas obtenerlo, pudiendo combinar datos de diferentes tablas a partir de las relaciones establecidas. Estas instrucciones también permiten la creación de las tablas y pueden llegar a tener una gran complejidad. Estas características hacen que sean modelos difíciles de modificar y que requieren de una gran potencia de procesamiento.

Es en la década de los 2000 cuando aparece el modelo de bases de datos NoSQL [24]. Tienen como fin poder consultar y modificar de forma rápida la base de datos además de facilitar las consultas al eliminar el lenguaje SQL. La otra gran diferencia además de no usar el lenguaje SQL es la forma en la que guardan los datos ya que lo hacen en documentos (JSON) en vez de tablas que pueden ser usados por los desarrolladores de las aplicaciones de una manera mucho más fácil y natural. Pero esta no es la única diferencia entre ambos dos tipos. Otra diferencia es que las bases de datos no relacionales son mucho más flexibles, pudiendo modificar los esquemas con los que se guardan los datos fácilmente. En caso de que se requiera escalar la base de datos porque los requerimientos de uso crecen se pueden escalar horizontalmente frente al escalado vertical de las relacionales que obligan a cambiar el servidor por uno más potente y en consecuencia más caro de mantener. Por último, las bases de datos no relacionales tienen la ventaja de acceder a los datos mucho más rápido. Estos datos están en documentos mientras que en el modelo relacional esos datos están organizados en diferentes tablas. Esto hace que a la hora de devolver los datos las bases de datos relacionales tarden más al juntar la información que tiene en esas diferentes tablas antes de enviarla. Un ejemplo de cómo las bases de datos no relacionales han cobrado gran importancia en la actualidad es que se encuentra en un gran número de aplicaciones móviles y web de las compañías más grandes como pueden ser Google, Amazon, Facebook y Netflix [25].

Todo lo expuesto anteriormente no quiere decir que las bases de datos no relacionales estén llamadas a sustituir por completo a las relacionales. Cada uno de los dos tipos tienen sus ventajas y desventajas que hacen que sean más apropiados o menos en función de la aplicación para la que están destinadas. Por ejemplo, las bases de datos relacionales ofrecen una robustez en los datos mayor que las no relacionales. Por ello, en los entornos en que la calidad de los

datos ha de ser máxima y se prioriza por encima del tiempo de espera, como es el financiero, este tipo de datos es más usado. Sin embargo, en las aplicaciones en las que el tiempo de respuesta es primordial y la robustez de los datos no lo es tanto las bases de datos no relacionales son más indicadas [26].

2 - ANTECEDENTES Y MARCO TECNOLÓGICO

### 3 ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DE DISEÑO

En el desarrollo del proyecto existen diferentes requisitos. Primero nos encontramos con unos requisitos más generales y centrados en el modo de realización de este. Estos requisitos son:

- Desarrollar un asistente conversacional dando una solución end to end.
- Hacer uso de una base de datos no relacional (NoSQL).
- Implementar todo lo necesario para el proyecto en una plataforma cloud.

Por otro lado, nos encontramos requisitos más concretos y centrados en las funcionalidades que debe satisfacer el asistente conversacional:

- Debe tener diferentes tipos de usuario con diferentes tipos de privilegios. Estos tipos de usuario de menor nivel de privilegios a mayor son anónimos, colaboradores, investigadores y gestores.
- Ha de informar de cómo se puede contactar con el centro.
- Ofrecer las diferentes formas de poder llegar al CITSEM.
- Debe dar información de que es el CITSEM.
- Informar cómo se organiza el centro.
- Dar a conocer la finalidad del CITSEM.
- Dar información sobre los posibles estudios en la escuela ETSIST.
- Publicar las ofertas de trabajo disponibles en el centro.
- Posibilitar la creación de proyectos.
- Debe permitir crear y asignar tareas.
- Poder consultar tareas y cambiar su estado.
- Disponer de la creación de seminarios.
- Permitir ver los seminarios.
- Dar la opción de organizar reuniones invitando a los asistentes.
- Informar de las reuniones agendadas.
- Disponer de un buscador de documentos para poder consultarlos online.
- Permitir a los usuarios de gestión decidir el contenido publicado en la sección de documentos.
- Tener la capacidad de enviar a los usuarios un correo como recordatorio de sus diferentes tareas, reuniones y seminarios.

### 3 - ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES DE DISEÑO

## 4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El asistente conversacional que se desarrolla en este proyecto debe servir para varias funciones. En primer lugar, como herramienta para los investigadores en su día a día. También como un canal de comunicación para el centro tanto con los investigadores como con posibles futuros investigadores o cualquier persona interesada. Y a la vez, un medio de comunicación por el que el centro pueda informar de las noticias más relevantes. Teniendo en cuenta todo esto y las especificaciones y restricciones de diseño se ha llegado a la solución propuesta y que será descrita a lo largo de este apartado.

El orden será el correspondiente al orden real necesario para la realización del proyecto. De esta manera primero se verá cómo se define la experiencia que tendrán los diferentes usuarios al hablar con el asistente a partir del diseño de los flujos conversacionales. Posteriormente se verá la arquitectura propuesta para resolver el problema, explicando los motivos de elección de esta. La siguiente sección se centra en el motor cognitivo y modelo de conocimiento diseñado que es el elemento diferenciador de un asistente conversacional. A continuación, se describirá por un lado el modelo de base de datos no relacional usado para albergar los datos del asistente y la lógica implementada en la parte back de la arquitectura. Por último, se verá la implementación de la conexión del asistente con la página web.

### 4.1 DISEÑO DE FLUJOS CONVERSACIONALES

Como en toda aplicación, independientemente del tipo de interfaz usada, lo primero que hay que realizar es un diseño de cómo será la experiencia de usuario. En el caso de los asistentes conversacionales se corresponde con el desarrollo de los flujos conversacionales. Para ello primero se definen las funcionalidades que va a tener el asistente, clasificándolas en cuatro tipos: Casos de uso, Preguntas frecuentes o *Frequent Answers Questions* (FAQs), desambiguaciones y *Smalltalk*. El primer tipo son las funcionalidades más complejas, que conllevan un dialogo de conversación más complejo y suele tener integraciones con sistemas para realizar acciones transaccionales. Un ejemplo puede ser realizar un perdido o consultar información de tu cuenta

#### 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

bancaria. Las preguntas frecuentes se corresponden con cuestiones relacionadas a la organización a la que pertenece el asistente y que suelen ser preguntadas por sus usuarios. No suelen tener flujo conversacional más allá de pregunta respuesta o es muy simple. Algunos ejemplos de preguntas frecuentes pueden ser intenciones sobre como contactar con la organización, los horarios de apertura o si un envío a domicilio tiene coste. El *smalltalk* se corresponde con intenciones que quedan fuera de lo relacionado con el fin del asistente pero que son intenciones básicas para dar personalidad y completar la funcionalidad del asistente. Un ejemplo de este tipo es por ejemplo la intención de saludo o despedida. Un asistente debe reconocer cuando un usuario le dice hola o adiós para actuar en consecuencia.

De esta manera atendiendo a las especificaciones y restricciones de diseño el asistente conversacional desarrollado tendrá los siguientes flujos conversacionales clasificados en casos de uso, preguntas frecuentes y *Smalltalk*.

##### Casos de Uso:

- Login: Permitirá al usuario identificarse a través de un nombre de usuario y contraseña para poder acceder a las funcionalidades reservadas para investigadores y usuarios de gestión. Las preguntas frecuentes y el *Smalltalk* están disponible para todos los usuarios.
- Búsqueda de documentos: Permitirá buscar diferentes tipos de documentos a partir de criterios de búsqueda. En concreto se podrán buscar: proyectos de I+D, artículos de revistas, capítulos de libros y libros.
- Búsqueda de eventos: Permitirá consultar los diferentes tipos de eventos que se podrán buscar: Reuniones, seminarios y tareas. Enlaza con el caso de uso de consulta relacionado al tipo de evento.
- Creación de eventos: Permitirá consultar los tipos de eventos que se pueden crear (reuniones, seminarios y tareas) y enlazará con el caso de uso relacionado.
- Creación Reuniones: Caso de uso que permite la organización de reuniones, eligiendo título, descripción, proyecto asociado, lugar, fecha, hora y asistentes. Estará disponible para los usuarios de gestión, los investigadores y los colaboradores.

- Consulta Reuniones: Este caso de uso permite la consulta de las diferentes reuniones que tiene el usuario. Está disponible para los usuarios de gestión, investigadores y colaboradores.
- Creación Seminarios: Caso de uso que permite la organización de seminarios. Los datos necesarios son título, descripción, lugar, fecha y asistentes. Está disponible solo para los usuarios de gestión.
- Consulta seminarios: Permite ver los seminarios asignados al usuario. Está disponible para los usuarios de gestión, investigadores y colaboradores.
- Creación tareas: Caso de uso que permite crear tareas. Los datos necesarios son título, descripción, proyecto asociado, fecha límite y persona asignada. Sólo está disponible para los usuarios de gestión e investigadores.
- Consulta tarea: Permite consultar las tareas pendientes y actualizar el estado de estas. Está disponible para los usuarios de gestión, investigadores y colaboradores.
- Publicación de contenido: Permite a los usuarios de gestión decidir qué documentos pasan a ser públicos y se pueden consultar en el asistente conversacional y cuáles dejan de estar disponible.
- Retirada de contenido: Permite a los usuarios de gestión decidir qué documentos dejan de ser públicos y de estar disponibles en el asistente.
- Creación Proyectos: Caso de uso por el cual los usuarios de gestión crean los proyectos.

#### Preguntas Frecuentes:

- Contacto: ofrece al usuario el teléfono, el correo electrónico o la web del centro.
- Como Llegar: ofrece a los usuarios las posibles formas de llegar al centro, tanto en transporte público como particular.
- Ofertas de trabajo: muestra las ofertas de trabajo disponibles en el centro.
- Máster y doctorado: da información sobre los estudios de máster y doctorado disponibles en la Escuela Áreas estratégicas: informa sobre las áreas estratégicas de investigación del centro.
- Grupos de investigación: informa sobre los grupos de investigación del centro.

## 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

- Información CITSEM: Da una información general sobre el CITSEM.

### SmallTalk:

- Ayuda: informa al usuario de las funcionalidades disponibles en el asistente.
- Bienvenida: responde al saludo del usuario dando sugerencias sobre qué hacer.
- Creador: contesta al usuario sobre el creador del asistente.
- Despedida: despide al usuario ante una despedida del usuario.
- Estudios: contesta al usuario ante la pregunta sobre qué ha estudiado el asistente.
- Felicidades: contesta al usuario ante frases de entrada que indiquen satisfacción por el funcionamiento del bot.
- Género: contesta al usuario ante la pregunta sobre qué género tiene.
- Inicio: saca al usuario del caso de uso en el que se encuentre mostrando el menú principal.
- Insultos: contesta al usuario ante frases de entrada que contengan insultos o frases malsonantes.
- Nacimiento: contesta al usuario ante la pregunta de dónde o cuándo ha nacido.
- Qué tal: contesta al usuario ante una pregunta del tipo ¿Qué tal estas?

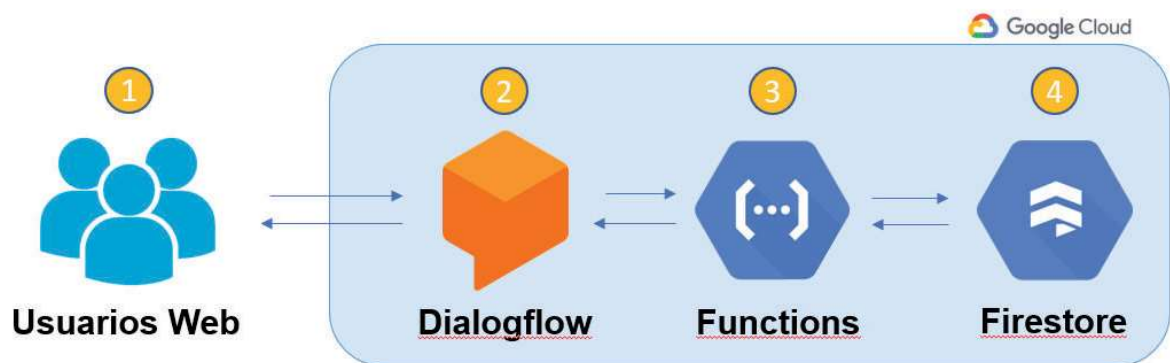
## 4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA

Una vez diseñada la experiencia que va a tener el asistente es necesario poder diseñar la arquitectura que va a hacer posible su implementación. En este caso por los motivos ya descritos en el marco tecnológico se ha elegido una tecnología *cloud*. La decisión del proveedor se ha tomado teniendo en cuenta varios factores: la posibilidad de realizar el proyecto sin coste, la facilidad de sus herramientas y que ofrece una solución end to end para todo lo necesario en la realización del asistente conversacional.

La decisión ha sido optar por la combinación del motor cognitivo de Google Dialogflow con su solución de IAAS Google Cloud. Por un lado, Dialogflow ofrece tanto la potencia del procesamiento NLP como la integración con una aplicación web a través de Dialogflow Messenger. Por otro Google Cloud nos

ofrece todas las herramientas necesarias para completar la arquitectura tanto con el servidor en el que correrá la lógica transaccional del asistente con Google Cloud Functions como con la base de datos no relacional con Google Cloud Firestore. De esta manera la arquitectura está alojada completamente en la nube de Google facilitando por un lado el desarrollo de la interconexión entre los sistemas como su futuro mantenimiento o escalabilidad. Más adelante se verá como el precio es la otra razón para esta decisión.

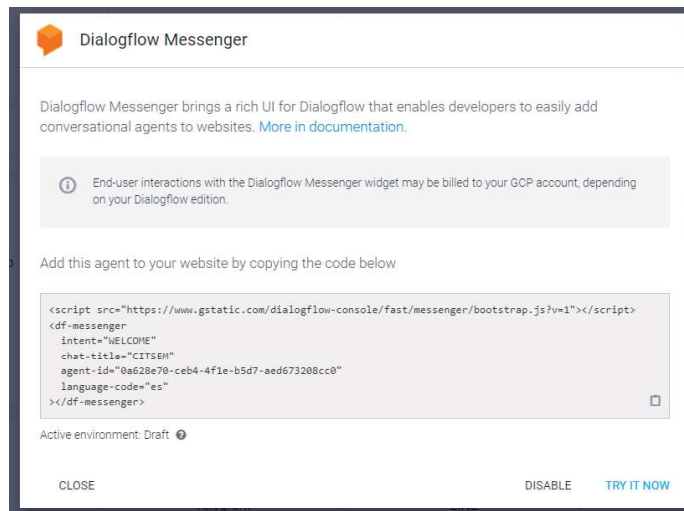
El diagrama de arquitectura sería el siguiente:



*Figura 13: Arquitectura Desarrollada*

En primer lugar, está el frontal web que mostrará el asistente al usuario. Este está desarrollado con Dialogflow Messenger. Se trata de una integración de caja que ofrece dialogflow, siendo muy sencillo su despliegue. Tan solo hay que habilitar el conector en la parte de integraciones del agente. Una vez hecho esto aparece el código necesario a implementar en la aplicación web para que el bot se muestre correctamente.

## 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA



*Figura 14: Integración Dialogflow Messenger [27]*

Dialogflow no solo se encargará de integrarse con la aplicación web, sino que será el encargado de realizar el procesamiento de NLP, categorizando las frases de entrada del usuario. Esto es lo que ocurre en el punto 2 de la arquitectura. Una vez el motor cognitivo ha clasificado la intención puede dar respuesta a esa intención o delegar esa respuesta a otro sistema. Esta segunda opción es la elegida para el desarrollo de este proyecto debido a que muchas de las respuestas necesitan de una conectividad a la base de datos o de la aplicación de una lógica que no se puede aplicar en el motor cognitivo. Es por ello por lo que esta la parte 3 de la arquitectura. Se trata de una solución serverless como es Google Cloud Functions. Esto permite que la función que corre en esta aplicación no esté activa las 24 horas del día como se suele hacer con las soluciones más tradicionales que necesitaban de un servidor. Esta función está expuesta a través de un endpoint http de manera que solo se ejecuta cuando recibe peticiones a dicho endpoint. Esto hace que los requerimientos de red y procesamiento disminuyan considerablemente, repercutiendo en el coste final del mantenimiento de la arquitectura. Esta función se encargará de aplicar la lógica de negocio en base a las intenciones y entidades detectadas por el motor cognitivo, dando respuesta a la frase del usuario. Por último, en la parte número 4 tenemos una base de datos no relacional implementada en Google Cloud Firestore. Este tipo de base de datos permite alojar gran cantidad de información requiriendo mucha menos infraestructura que las bases de datos clásicas relacionales (SQL). Esto también permite por un lado una gran rapidez tanto en los procesos de lectura y escritura como una disminución del coste de la base de

datos. Esta base de datos se encargará de suministrar la información necesaria a la función descrita anteriormente para poder dar la respuesta al usuario.

Cómo se comenta anteriormente, los precios que ofrece Google en los recursos utilizados es la otra gran razón de peso para su elección. En primer lugar, el uso de Dialogflow ES en la versión trial es gratuito hasta las 180 peticiones por minuto. Esto permite tener un asistente conversacional que soporta un gran número de conversaciones simultáneas sin coste.

Agente CX (09/2021)		Agente CX (09/2020)		Agente ES	
Función		Trial Edition			
<b>Texto</b> (incluidas todas las solicitudes DetectIntent, StreamingDetectIntent, FulfillIntent, AnalyzeContent y StreamingAnalyzeContent que no contienen audio)		sin coste 180 solicitudes por minuto			

Figura 15: Precio Dialogflow ES [28]

En cuanto al coste de Google Cloud Functions, al tratarse de una tecnología *serverless* el precio es muy reducido ya que no se paga por tener un servidor todo el día funcionando. Solamente se paga por el uso que se hace cuando este se ejecuta. Además, Google ofrece gratuitamente 2 millones de ejecuciones y los recursos de red necesarios.

de invocaciones por mes	Precio por millón
Primeros 2 millones	Gratis

Figura 17 Precio Google Cloud Functions [29]

Por último, la base de datos alojada en Google Cloud Firestore tiene ventajas parecidas a los dos productos vistos anteriormente. Google ofrece un nivel gratuito suficiente para un gran número de aplicaciones. Como se ve en la figura 18 hay un gran un número de operaciones de lectura, escritura y borrado que son gratuitas además de una memoria de almacenamiento.

## 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Nivel gratuito	Cuota
Datos almacenados	1 GiB
Operaciones de lectura de documentos	50,000 por día
Escrituras de documentos	20,000 por día
Operaciones de eliminación de documentos	20,000 por día
Salida de red	10 GiB por mes

Figura 18 Cuota gratuita Firestore [30]

### 4.3 DESARROLLO MODELO DE CONOCIMIENTO

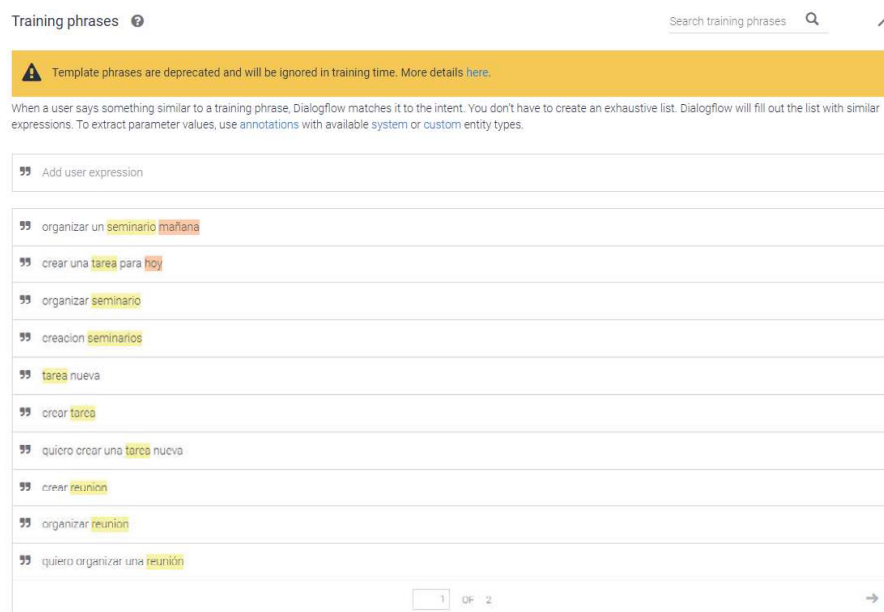
Como se ha visto en el marco tecnológico del proyecto, el elemento diferenciador en un sistema que cuenta con NLP es el motor cognitivo. En este proyecto se ha elegido a Dialogflow ES como motor cognitivo por los motivos descritos en el apartado anterior.

Antes de ver el entrenamiento realizado, es importante introducir una serie de conceptos claves para entender cómo funcionan los motores cognitivos.

- *Utterance*: Es el texto de entrada al motor cognitivo.
- *Intención*: Es la intención detectada por el motor cognitivo en la *utterance*. Las intenciones que entiende el motor son definidas a través del entrenamiento. Por ejemplo, en un asistente conversacional de una compañía telefónica habría definidas intenciones como “Ver consumo” o “Cambiar tarifa”.
- *Entidad*: Se corresponden con partes de la *utterance* de entrada que complementan la intención detectada. Desde un punto de vista lingüístico se suele corresponder con los complementos (directo, circunstancial) del predicado. Por ejemplo, ante la *utterance* “Quiero pedir una pizza mediana” la intención sería “Realizar pedido” y las entidades serían producto y tamaño con el valor de pizza y mediana respectivamente.

El modelo de conocimiento está compuesto por las intenciones y entidades necesarias para poder realizar las funcionalidades deseadas. De esta manera cualquier texto de entrada cuya intención no sea clasificada dentro de una de

las intenciones modeladas, tendrá como respuesta a respuesta de que no ha entendido. De esta manera, la primera tarea a la hora de realizar un modelo de conocimiento es definir las intenciones necesarias para poder llevar a cabo los flujos de conversación diseñados previamente. Una vez se han listado las intenciones necesarias con sus entidades correspondientes se lleva a cabo el entrenamiento. Este entrenamiento consiste en darle al motor frases de ejemplo para cada una de las intenciones definidas. A partir de este número reducido de frases de ejemplo, el motor cognitivo es capaz de interpretar y reconocer frases no entrenadas que tienen la misma intención. Además de introducir estas frases de ejemplo, se marcan en ellas las entidades correspondientes. De esta manera el motor cognitivo es capaz de extraer esas entidades de manera inteligente, teniendo en cuenta no solo su valor y su tipo sino también la posición en la frase. De esta manera con un correcto entrenamiento un motor cognitivo ante el texto “quiero comprar un vuelo Madrid Barcelona” reconoce perfectamente que el origen es Madrid y el destino Barcelona, aunque ambas palabras pertenecen a la misma entidad Ciudades.



*Figura 19 Utterances con entidades marcadas en Dialogflow*

La forma en que se realiza el entrenamiento es muy importante. Para poder hacer un estudio del funcionamiento del modelo de conocimiento antes de que el asistente conversacional pase a un entorno productivo, es recomendable realizar el entrenamiento de una forma organizada. Un buen método es, una vez definidas las intenciones y entidades, definir las frases de ejemplo para cada

#### 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

intención cargando en el motor un 70, 75% de ellas en vez del 100%. De esta manera, una vez cargado en el motor ese porcentaje, se usa el restante para comprobar si el entrenamiento clasifica las intenciones correctamente. Si las frases de ejemplo han sido definidas correctamente, el motor debería ser capaz de clasificar correctamente la mayoría de las frases de ejemplo no entrenadas.

Para la realización del asistente conversacional del proyecto se han definido las siguientes intenciones:

*Tabla 1: Intenciones (I)*

Intención	Descripción
Default Fallback Intent	El usuario ha dicho algo que el bot no entiende.
DIS - Reuniones	Desambiguación para las reuniones.
DIS - Tareas	Desambiguación para las tareas.
FAQ - Areas Estrategicas	Informa sobre las áreas estratégicas.
FAQ - Areas Estrategicas - Mas Informacion	Da más información sobre las áreas estratégicas.
FAQ - Como Llegar	Informa cómo llegar al centro.
FAQ - Como Llegar - Tipo Transporte	Captura el tipo de transporte del usuario cuando se le pregunta.
FAQ - Contacto	Informa de cómo contactar con el centro.
FAQ - Contacto - Tipo Contacto	Captura el tipo de contacto cuando se le pregunta al usuario.

Tabla 2: Intenciones (II)

Intención	Descripción
FAQ - Estudios Master y Doctorado	Informa sobre los estudios de la UPM.
FAQ - Estudios Master y Doctorado - Seleccionar Estudio	Captura el estudio seleccionado por el usuario.
FAQ - Estudios Master y Doctorado - TipoEstudio	Captura el tipo de estudio cuando se le pregunta al usuario.
FAQ - Grupos Investigacion	Informa sobre los grupos de investigación.
FAQ - Grupos Investigacion - Mas Informacion	Da más información sobre los grupos de investigación.
FAQ - Informacion CITSEM	Da información general sobre el CITSEM.
FAQ - Ofertas Trabajo	Informa sobre las ofertas de trabajo..
FAQ - Ofertas Trabajo - Mas Informacion	Da más información sobre las ofertas de trabajo..
FAQ - Ofertas Trabajo - Seleccionar Oferta	Captura la oferta de trabajo seleccionada por el usuario.
Login - Clave Usuario	Captura la clave de usuario.
Login - Iniciar Sesion	Inicia el proceso de login.
SmallTalk - Ayuda	Ofrece ayuda al usuario.
SmallTalk - Bienvenida	Da la bienvenida al usuario.

#### 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Tabla 3: Intenciones (III)

Intención	Descripción
SmallTalk - Creador	Informa sobre quién creo el asistente.
SmallTalk - Despedida	Se despide del usuario.
SmallTalk - Estudios	Responde sobre qué ha estudiado el asistente.
SmallTalk - Felicitaciones	Agradece si el usuario felicita al asistente.
SmallTalk - Genero	Responde cuando le preguntan el género al asistente.
SmallTalk - Insultos	Responde a los insultos.
SmallTalk - Nacimiento	Informa sobre dónde nació el asistente.
SmallTalk - Que Tal	Responde cuando le preguntan qué tal esta al asistente.
Tasks - Titulo	Captura el título de una tarea, proyecto, etc..
UC - Búsqueda	Es disparado cuando el usuario indica que quiere buscar algo.
UC - Cancelar	Captura cuando el usuario responde no a una pregunta.
UC - Confirmar	Captura cuando el usuario responde sí a una pregunta.

Tabla 4: Intenciones (IV)

Intención	Descripción
UC - Creacion Eventos	Es disparado cuando el usuario quiere crear un evento.
UC - Descripcion	Captura las descripciones.
UC - Fecha	Captura las fechas.
UC - Publicar Documento	Es disparado cuando el usuario quiere publicar contenido.
UC - Retirar Documento	Es disparado cuando el usuario quiere retirar contenido
UC - Seleccionar Documento	Captura el documento seleccionado.
UC - Seleccionar Persona	Captura los nombres de las personas.
UC - Seleccionar Proyecto	Captura los nombres de proyectos.
UC - Seleccionar Reunion	Captura los nombres de reuniones.
UC - Seleccionar Seminario	Captura los nombres de seminarios.
UC - Seleccionar Tarea	Captura los nombres de tareas.
UC - Tipo Documento	Captura los tipos de documentos.
UC - Titulo	Captura los títulos que pone el usuario.

## 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

También se han definido las siguientes entidades:

*Tabla 5: Entidades*

Entidad	Descripción
ClaveUsuario	Define el formato de las claves de usuario.
Contacto	Define los tipos de contacto (web, teléfono y correo electrónico)
Eventos	Define los tipos de eventos que maneja el bot (reuniones, tareas y seminarios)
TipoEstudio	Define los tipos de estudio que ofrece la escuela a través del centro (máster y doctorado)
Transportes	Define los tipos de transporte disponibles para llegar al centro (metro, cercanías, autobús y coche)

### 4.4 MODELO BASE DE DATOS

A la hora de guardar la información en una base de datos es necesario hacer primero un análisis de los datos para encontrar la mejor forma de estructurarlos. Teniendo en cuenta la forma en la que se estructuran las bases de datos no relacionales y los datos que se tienen que alojar se ha decidido estructurarlos en diferentes colecciones en función de la naturaleza de los documentos. En consecuencia, podemos distinguir las siguientes colecciones:

Users:

Contiene la información de los usuarios logados del *bot*, tanto los colaboradores como los investigadores como los de gestión. Los campos que tendrán los

documentos guardados en esta colección son *user\_name* dónde se guardará el nombre de usuario y *pass* dónde se almacenará la contraseña del usuario.

Documents:

En ella se guardan los diferentes tipos de documentos que pueden consultar los usuarios logados.

Projects:

Contiene los proyectos disponibles en el asistente.

Meetings:

Contiene las reuniones creadas con su información.

Seminars:

En esta colección se guarda la información de los seminarios.

Tasks:

Dentro de ella se encuentran las tareas creadas por los usuarios y su estado.

## 4.5 DESARROLLO BACK

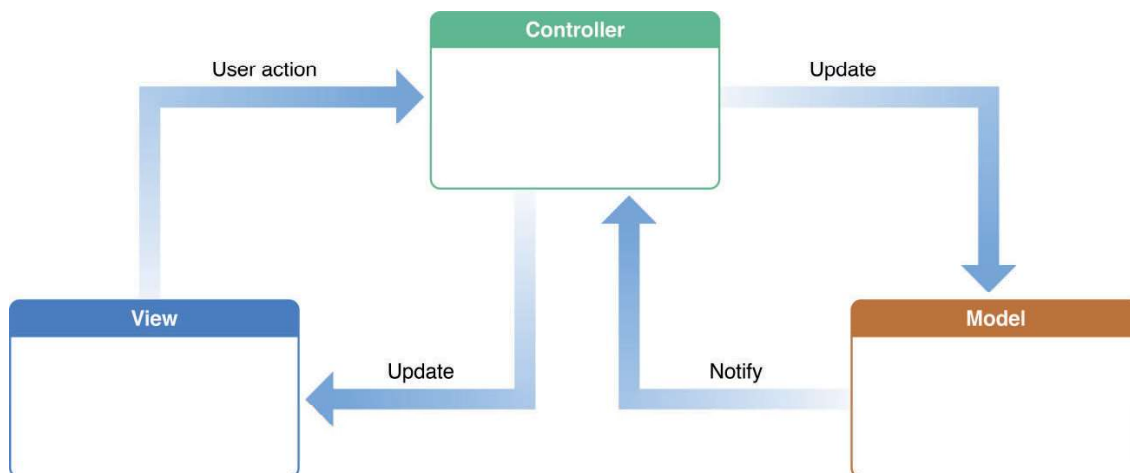
Para el desarrollo de la lógica de negocio del asistente se ha usado una función alojada en Google Cloud Functions como se ha visto en la sección de arquitectura. Esta función consiste en un código desarrollado en nodeJS que es expuesto a través de un *endpoint* http. Cada vez que se recibe una petición en el *endpoint* por parte del motor cognitivo, se ejecuta el código implementando, devolviendo la respuesta correspondiente al motor cognitivo.

La elección del lenguaje nodeJS es debida al conocimiento previo sobre él y a que debido a su funcionamiento asíncrono es ideal para la implementación de procesos que requieren de una gran rapidez como es el caso de un asistente conversacional por dos motivos: primero, la arquitectura es síncrona, el motor cognitivo envía una petición a la función y espera a que esta le conteste. Por otro la necesidad de dar una respuesta rápida al usuario. El funcionamiento asíncrono de nodeJS permite realizar más de una tarea a la vez cuando el

#### 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

resultado de la primera no es necesario para la segunda. La tecnología usada para poder procesar las peticiones recibidas en el endpoint expuesto por la función de Google Cloud se ha optado por el framework Express [31]. Este framework ofrece las funcionalidades necesarias para poder procesar las peticiones recibidas en el endpoint, ejecutar el código deseado y responder como corresponda al agente de Dialogflow ES.

En cuanto a la arquitectura de software desarrollada se ha optado por un modelo-vista-controlador. De acuerdo con esta arquitectura, el controlador recibe las peticiones del usuario que en este caso es el motor cognitivo. Una vez recibida la petición se encarga de aplicar la lógica necesaria para realizar las peticiones necesarias al modelo y la vista para dar respuesta al usuario. El modelo por su parte se encarga de acceder y modificar los datos usados por el sistema, como puede ser una base de datos, y aplicar la lógica de negocio necesaria para ello. Por último, la vista se encarga de proporcionar una respuesta al usuario a partir de los datos que el controlador le ha enviado y que ha obtenido previamente del modelo. Este funcionamiento se puede ver explicado gráficamente en la siguiente imagen.



*Figura 16: Arquitectura Modelo-Vista-Controlador [32]*

Para poder procesar la información recibida por Dialogflow y responder correctamente se ha usado el Software Development Kit (SDK) de Dialogflow [33] que nos ofrece todas las herramientas necesarias para el procesamiento de la información recibida y dar la respuesta deseada con el formato necesario para que lo pueda interpretar Dialogflow ES.

El último punto que destacar en el desarrollo de la parte back es la conexión a la base de datos Firestore. Para ello se ha hecho uso del cliente para Firestore en nodeJS que ofrece Google [34]. Junto a las funciones ofrecidas por este cliente para la conexión, es necesario crear una cuenta de servicio e importarla como se describe en el Capítulo

#### 4.6 IMPLEMENTACION FRONTAL WEB

Para la implementación del frontal web se ha usado la integración que ofrece Dialogflow de manera nativa Dialogflow Messenger. Esta herramienta que ofrece Dialogflow ES lo que hace es generar una pequeña parte de código HTML con los parámetros necesarios para la comunicación con el agente de Dialogflow. Este código ha de ser introducido en la página web, normalmente en la parte correspondiente a la página principal, de manera que el agente estará disponible a través de una burbuja disponible en la parte inferior derecha de la página web.

## 4 - DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

## 5 RESULTADOS

Los resultados obtenidos se pueden diferenciar en dos grandes partes. Por un lado, los resultados de las pruebas de entendimiento realizadas al modelo de conocimiento. Estos resultados son resultados numéricos que cuantifican el nivel de acierto del asistente ante una pregunta del usuario. Por otro, el asistente desarrollado y del cuál se mostrarán capturas de su funcionamiento.

### 5.1 PRUEBAS MODELO DE CONOCIMIENTO

Para poder entender bien los resultados de las pruebas realizadas al entrenamiento del motor de conocimiento es necesario primero describir el concepto de *threshold* o nivel de confianza y la forma en la que se han realizado.

Se puede definir *threshold* o nivel de confianza como el cociente entre el número de frases categorizadas correctamente por el asistente entre el número total de frases recibidas. Esta división nos dará un número entre 0 y 1 que multiplicado por 100 nos da el porcentaje de acierto del asistente.

$$\text{Nivel de Confianza} = \frac{\text{Frases categorizadas correctamente}}{\text{Frases totales}} * 100 (\%)$$

Teniendo en cuenta esto y para asegurar que ninguna de las frases de prueba forma parte de las frases de entrenamiento, a la hora de realizar el entrenamiento se cargan solo el 75% de las frases, guardando el 25% restante para las pruebas. Como consecuencia de ello obtendremos un nivel de confianza por cada intención que existe en el modelo de conocimiento cuya media nos dará el nivel de confianza total del asistente. A continuación, se muestra una tabla con ejemplos de los resultados de algunas intenciones y el resultado total. Hay que tener en cuenta que las intenciones que han sido diseñados para que cualquier cosa que escriba el usuario las dispare, como por ejemplo la intención correspondiente a dar una descripción, no están en la tabla ni se tienen en cuenta a la hora de calcular el total ya que tienen un 100% de confianza por definición. En el anexo I se puede ver el listado completo de los resultados obtenidos.

## 5 - RESULTADOS

Tabla 6: Resumen resultados pruebas NLP

Intención	Nivel de Confianza
DIS - Eventos	100 %
FAQ - Contacto	89 %
FAQ - Contacto - Tipo Contacto	100 %
Total	96.14 %

### 5.2 PRUEBAS ASISTENTE CONVERSACIONAL

Para comprobar el correcto funcionamiento se han realizado las pruebas de todos los casos de uso. A continuación, se pueden ver las capturas de algunas de estas pruebas:

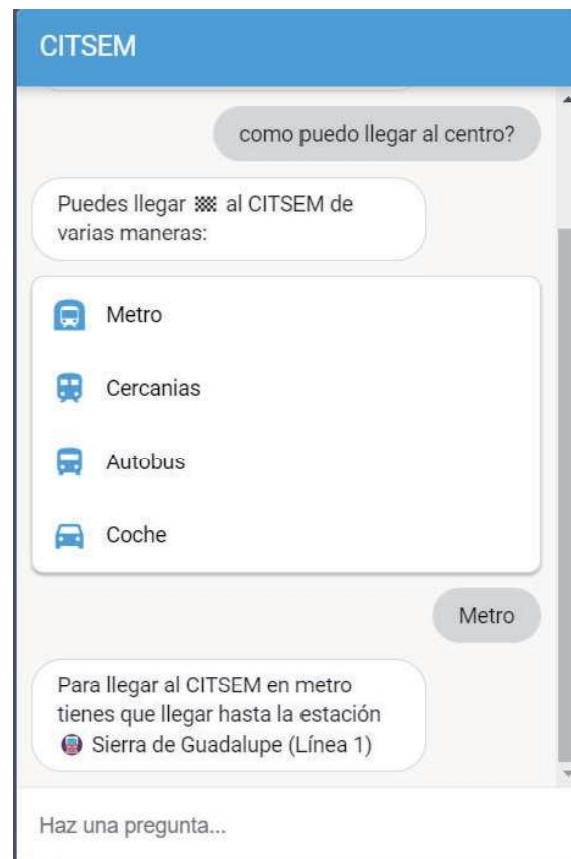


Figura 17: Captura FAQ - Como Llegar



Figura 18: Captura FAQ – Contacto

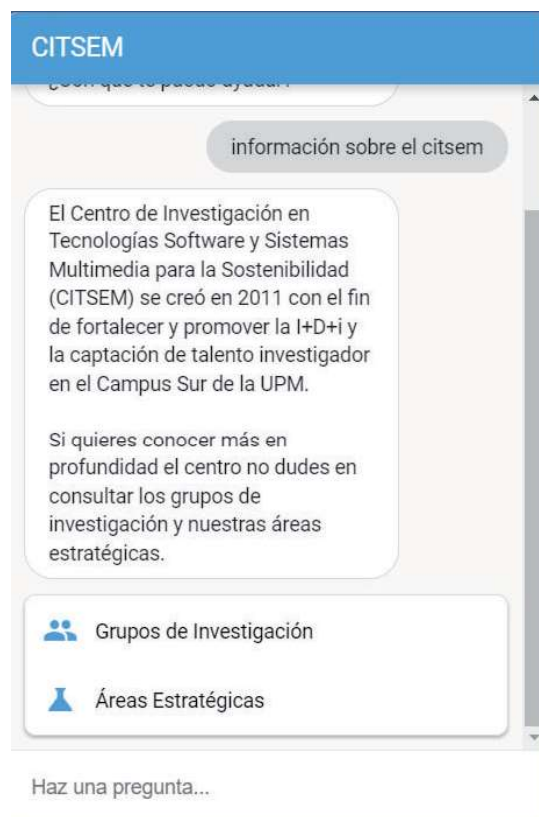


Figura 19: Captura FAQ - Información CITSEM

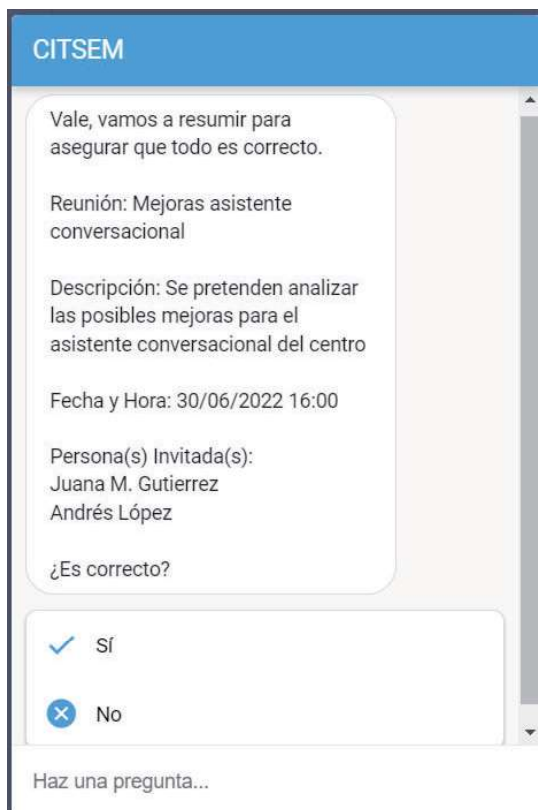


Figura 20: Captura Crear Tarea (I)

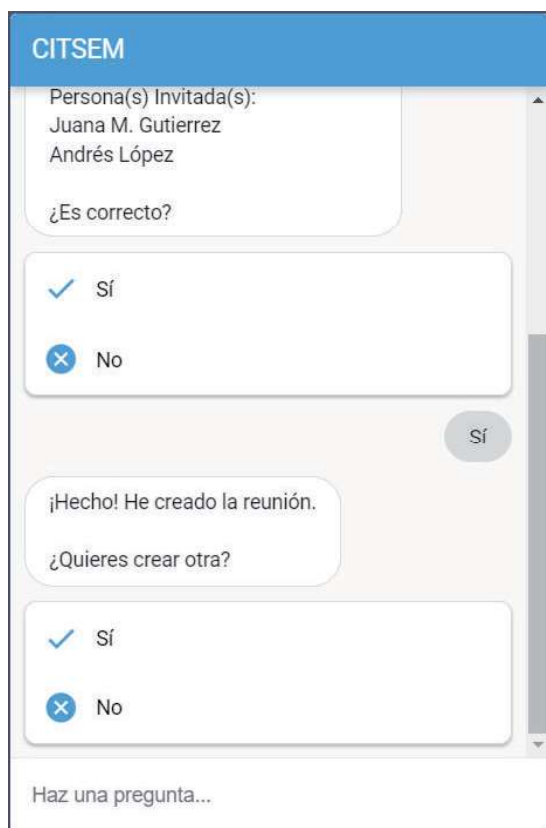
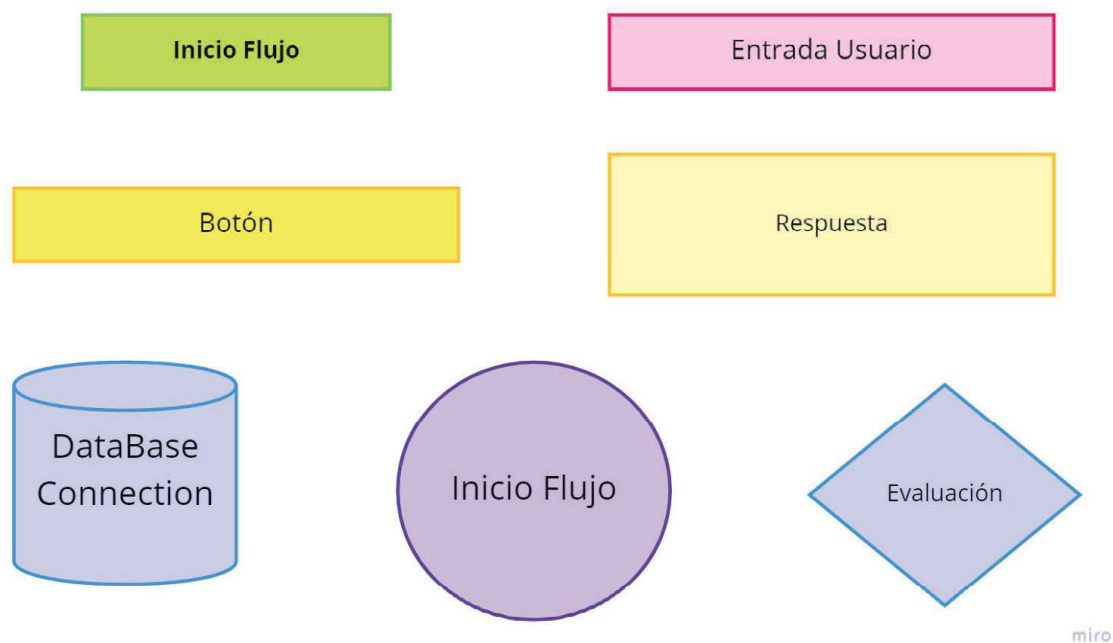


Figura 21: Captura Crear Tarea (II)

## 6 PLANOS

En este capítulo se verán a modo ilustrativo los flujos conversacionales de dos FAQs y un caso de uso. En el anexo II se pueden consultar los flujos conversacionales al completo. Para el diseño de los flujos se hará uso de los siguientes elementos:



*Figura 22: Leyenda flujos conversacionales*

Así, los flujos conversacionales de las FAQs serían los siguientes:

## 6 - PLANOS

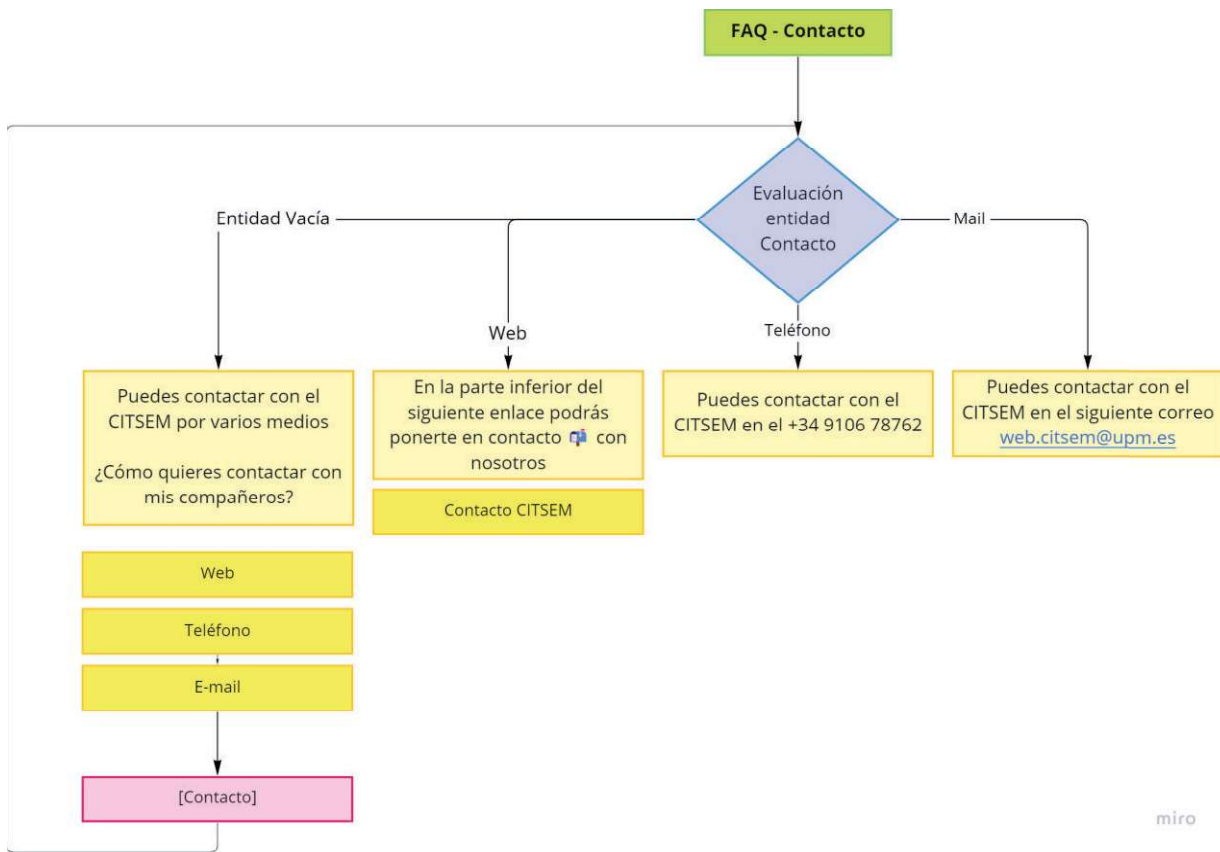


Figura 23: FAQ - Contacto

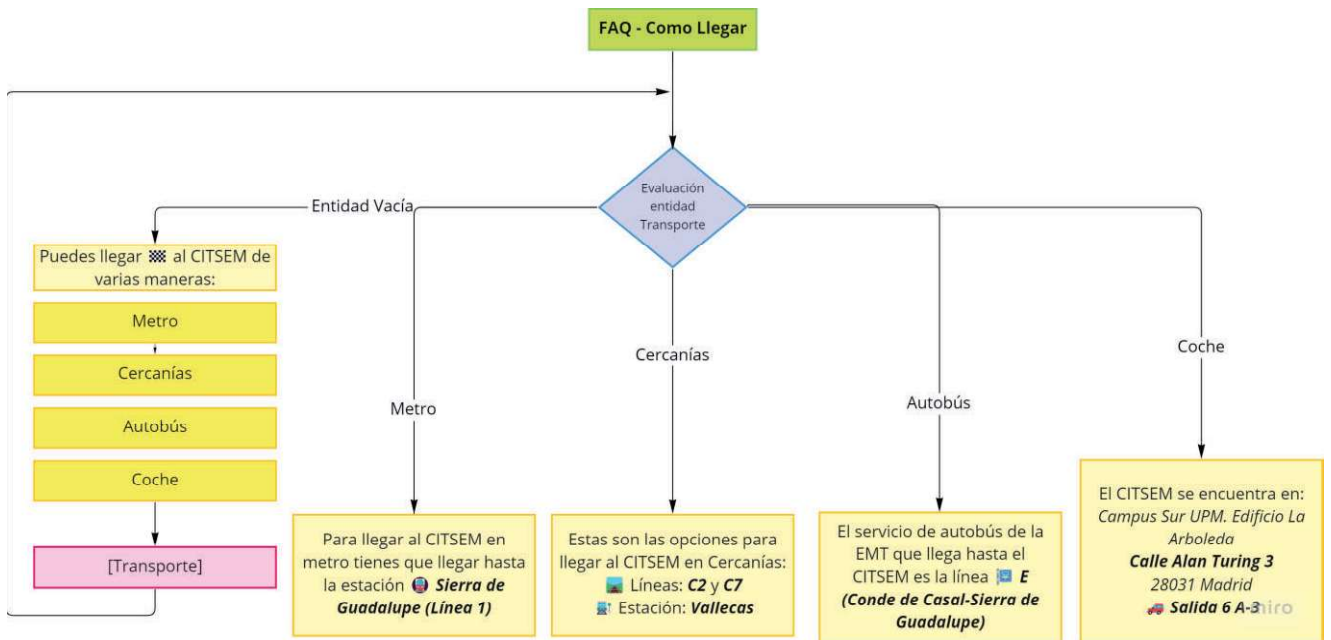


Figura 24: FAQ - Como Llegar

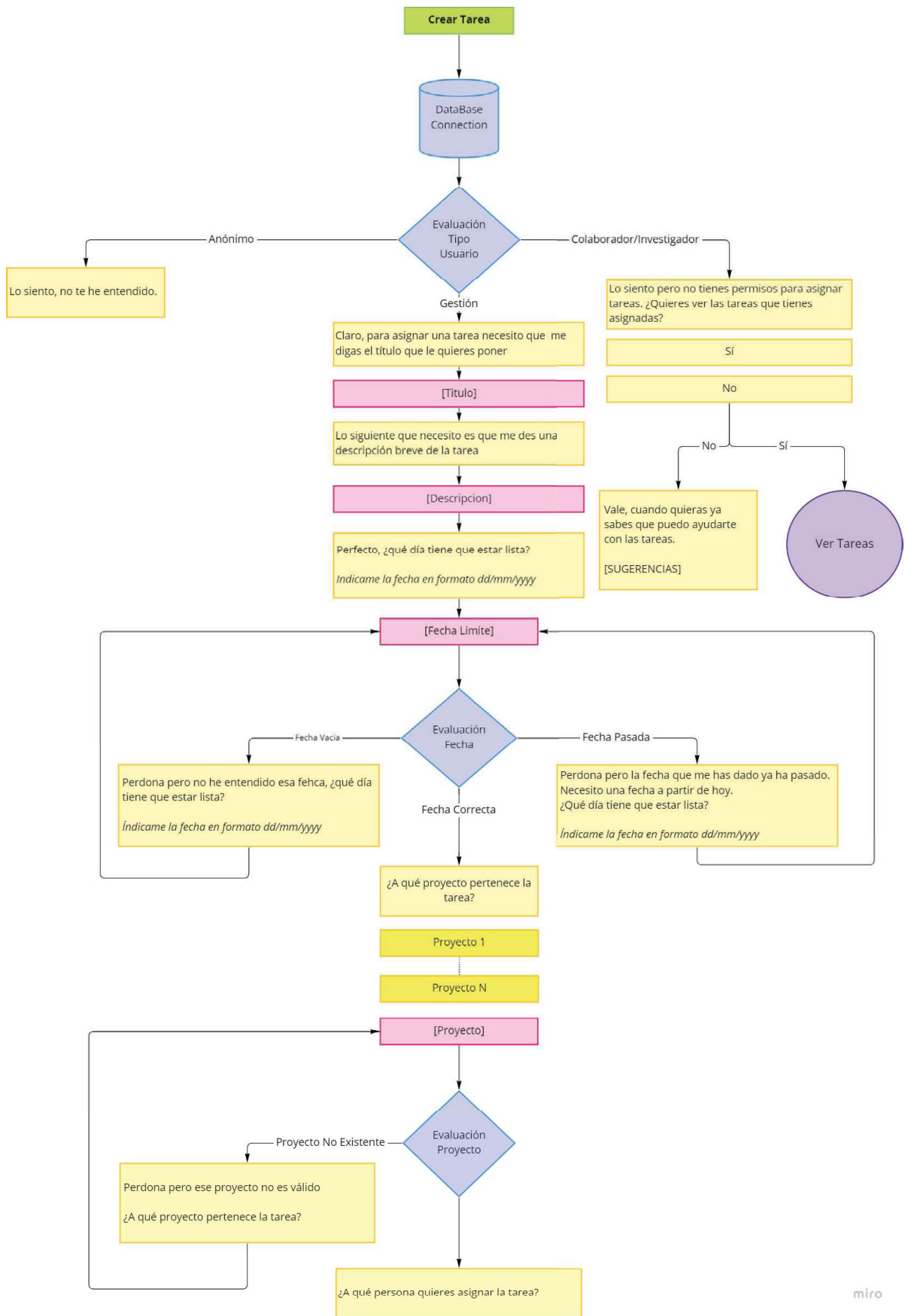


Figura 25: Crear Tarea (I)

miro

## 6 - PLANOS

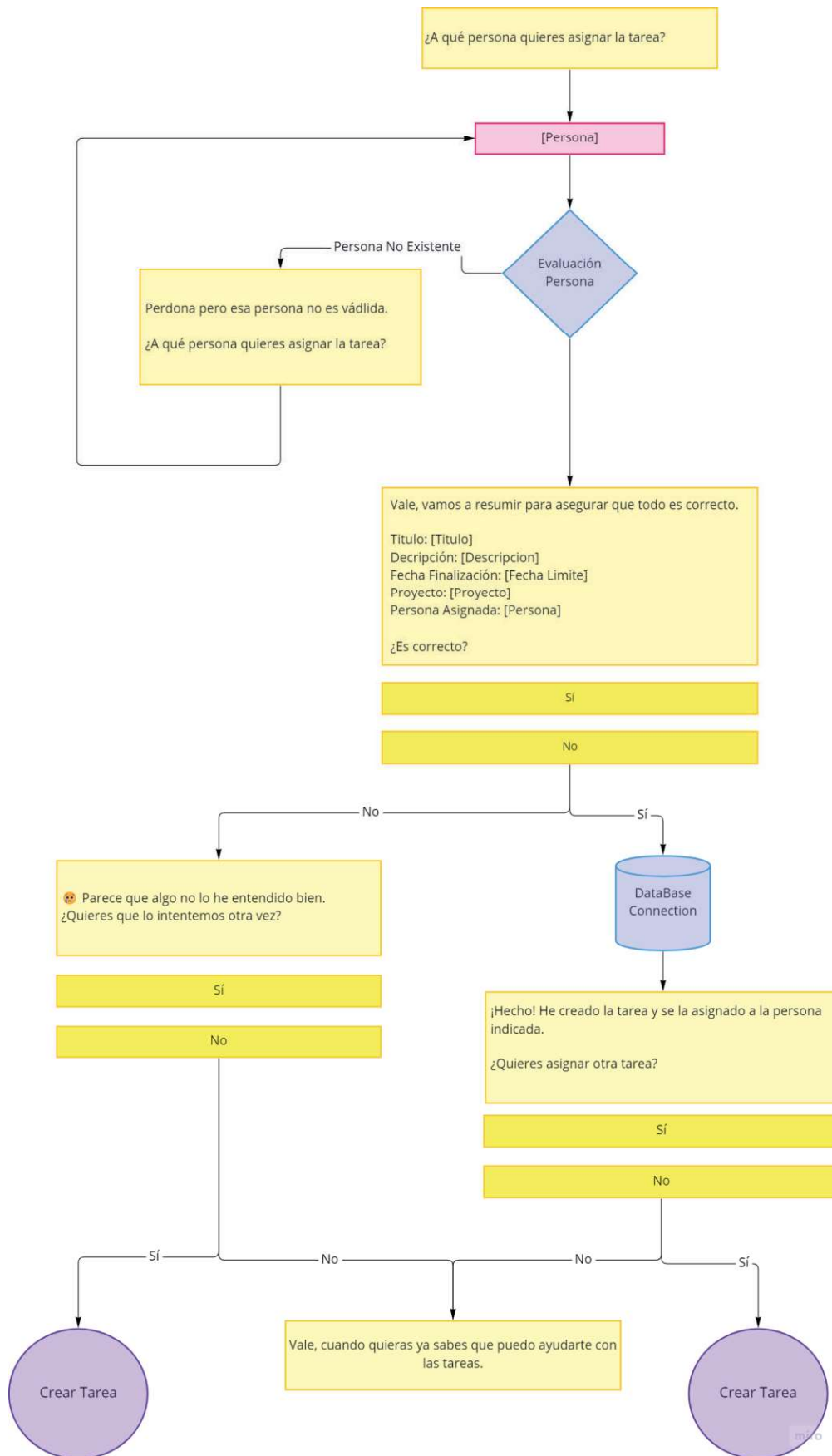


Figura 26: Crear Tarea (II)



## 7 PRESUPUESTO

En este capítulo se hace un cálculo del presupuesto necesario para la realización en el mundo real del proyecto. Para su cálculo debemos distinguir dos tipos de gastos: los iniciales necesarios para el desarrollo del asistente y su puesta en marcha. En este tipo de gastos entran las horas de ingeniería necesarias, los materiales utilizados, etc. En el segundo tipo de gastos, los recurrentes se hará un cálculo estimado del coste de mantenimiento de la infraestructura. Hay que tener en cuenta que el primer tipo de gastos se trata de un número cerrado mientras que el segundo está calculado en base a un determinado uso del aplicativo. En caso de que el uso del asistente fuese mayor que el estimado podría repercutir en el coste del mantenimiento de la infraestructura.

### 7.1 GASTOS INICIALES

En los gastos iniciales debemos tener en cuenta tanto las horas de ingeniería utilizadas para la realización del proyecto como el coste de amortización de los equipos además de los gastos indirectos como pueden ser la luz o la conexión a internet.

Para calcular los costes humanos tomaremos 320 horas de desarrollo con un coste de 25 € brutos por hora. De esta manera los costes humanos serían:

$$\text{Costes Humanos} = \text{Horas} * \text{Coste Hora} = 320 \text{ h} * 25 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 8000 \text{ € (1)}$$

En cuanto a los costes de amortización de los equipos hay que contar con la amortización del ordenador que ha sido la única herramienta utilizada para la realización del proyecto. Para su cálculo estimamos el coste del equipo en 1.800 € y una vida útil de 5 años. Además, repartiendo las 320 horas en jornadas de 8 horas tenemos 40 jornadas que se corresponden con 2 meses. Con estos datos obtenemos el siguiente coste de amortización:

$$\text{Costes Amortización} = \frac{\text{Coste Total} * \text{Periodo de Uso}}{\text{Vida Útil}} = \frac{1.800 \text{ €} * 2 \text{ meses}}{60 \text{ meses}} = 60 \text{ € (2)}$$

En cuanto a los gastos indirectos hay que sumar el gasto de luz e internet durante los dos meses de la realización del proyecto. Teniendo en cuenta que el precio de la conexión a internet mensual serían 30 € y el de la luz 40 € se obtienen los siguientes gastos indirectos:

$$\text{Costes Indirectos} = \text{Coste Internet} + \text{Coste luz} = \left(30 \frac{\text{€}}{\text{mes}} + \frac{40\text{€}}{\text{mes}}\right) * 2 \text{ mes} = 140 \text{ €} \quad (3)$$

De esta manera los costes iniciales totales del proyecto serían:

$$\begin{aligned} \text{Costes Iniciales} &= \text{Costes Humanos} + \text{Costes Amortización} + \text{Costes Indirectos} = \\ &8.000\text{€} + 60\text{€} + 140\text{€} = 8.200\text{€} \quad (4) \end{aligned}$$

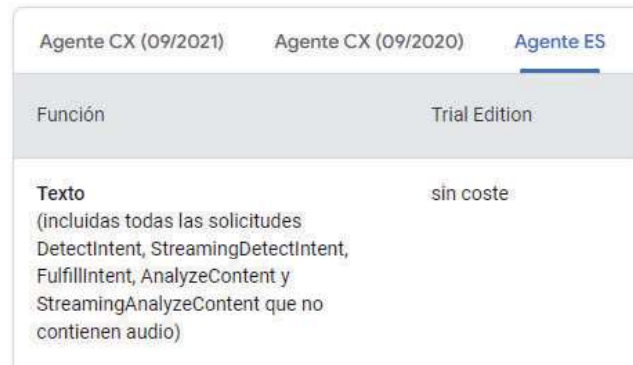
## 7.2 GASTOS RECURRENTE

Para calcular los gastos recurrentes que son los derivados del mantenimiento de la infraestructura necesaria para el funcionamiento del asistente tenemos que estimar primero el uso que van a dar los usuarios de este. Cuanto mayor sea el uso, mayor carga sufrirá la infraestructura. Esto, sumado a que como hemos visto una de las ventajas de la computación en la nube es que las infraestructuras son fácilmente escalables hace que si el uso sube mucho el asistente siga funcionando, pero provoca un mayor uso de recursos que se verá reflejado en la facturación de la infraestructura. Por último, hay que tener en cuenta que el añadir el asistente a una página web no aumenta el precio de mantenimiento de esta por lo que no se tendrá en cuenta.

Teniendo en cuenta esto estimamos que, teniendo en cuenta el tamaño del centro y los casos de uso de los que se disponen ahora, el asistente recibirá como máximo 1.000 mensajes diarios. Con estos datos y apoyándonos en la calculadora de precios[35] que ofrece Google Cloud y las cuotas gratuitas que ofrece, podemos calcular los costes de todos los elementos involucrados en la infraestructura: el agente de Dialogflow ES, la función desplegada en Cloud Functions y la base de datos alojada en Firestore.

El coste del agente en Dialogflow ES es gratuito como vemos en la figura 27.

## 7 - PRESUPUESTO



Agente CX (09/2021)	Agente CX (09/2020)	Agente ES
Función	Trial Edition	
Texto	sin coste	
(incluidas todas las solicitudes DetectIntent, StreamingDetectIntent, FulfillIntent, AnalyzeContent y StreamingAnalyzeContent que no contienen audio)		

Figura 27: Precio Dialogflow ES [28]

En la figura 28 vemos el único límite que pone Google para esta cuota gratuita: no recibir más de 180 mensajes por minuto



Agente CX	Agente ES
Función	Trial Edition
Texto	• 180 solicitudes por minuto

Figura 28: Cuota límite nivel gratuito Dialogflow ES [32]

En cuanto al precio de Google Cloud Functions, al tratarse de una tecnología serverless que solo hace uso de recursos cuando se ejecuta vemos como su coste es mínimo. Teniendo en cuenta que se han estimado 1.000 mensajes diarios y que cada mensaje se corresponderá con una ejecución de la función, obtenemos 31.000 ejecuciones al mes como máximo. Como se puede ver en la figura 29, Google ofrece un nivel gratuito para los dos primeros millones de ejecuciones al mes por lo que el coste recurrente de mantener la función será inexistente.

Invocaciones al mes	Precio por millón
Primeros 2 millones	Gratis
Más de 2 millones	0,40 USD

Figura 29: Precio Por Invocación Google Cloud Functions [29]

Por último, Google Cloud Firestore ofrece gratuitamente al día: 50.000 operaciones de lectura, 20.000 de escritura y 20.000 de borrado de documentos.

Esto hace que con el uso antes propuesto sólo es necesario pagar por la memoria de almacenamiento en la cual solo ofrece 1GB.

Nivel gratuito	Cuota
Datos almacenados	1 GiB
Operaciones de lectura de documentos	50,000 por día
Operaciones de escritura de documentos	20,000 por día
Operaciones de eliminación de documentos	20,000 por día
Salida de red	10 GiB por mes

*Figura 30: Cuota gratuita Firestore [30]*

Así, y haciendo uso de la calculadora de precios de Google Cloud [30] un gasto aproximado para guardar 100 GB de información lo vemos en la figura 31.



Firestore	
London	 
Total Document Reads per month:	3,041.667
Total Document Writes per month:	3,041.667
Total Document Deletes per month:	3,041.667
Total Data Stored:	100 GiB
<b>EUR 10.98</b>	

*Figura 31: Precio estimado Firestore [35]*

En conclusión, el único elemento que tendría coste de mantenimiento sería la base de datos. De esta manera los costes recurrentes del proyecto serían de 10.98 € mensuales.



## 8 MANUAL DE DESPLIEGUE

A continuación, se describen los pasos necesarios para poder poner el funcionamiento el asistente desarrollado. Se mostrará desde como disponer de una cuenta de Google en caso de no tenerla, pasando por el despliegue del asistente y su arquitectura y terminando por su integración en una página web.

### 8.1 CREACIÓN CUENTA DE GOOGLE

Para poder acceder a los recursos de Dialogflow y Google Cloud es necesario tener una cuenta de Google. Hay dos formas diferenciadas de conseguirlo, la primera y más sencilla es tener una cuenta de correo Gmail. En caso de que queramos acceder desde un correo cuyo dominio no sea Gmail, existe la posibilidad de crear una cuenta de Google a partir de cualquier correo.

Una vez en la web de creación de cuenta de Google [36], se rellenan los campos que aparecen por defecto si se quiere crear una cuenta en el dominio Gmail o pinchar en la opción "Prefiero usar mi dirección de correo electrónico actual" como se ve en la figura 32 para crear una cuenta de Google a partir de un correo existente.

Google

Crea una cuenta de Google

Nombre Apellidos

Nombre de usuario @gmail.com

Puedes utilizar letras, números y puntos

[Prefiero usar mi dirección de correo electrónico actual](#)

Contraseña Confirmación

Utiliza ocho caracteres como mínimo con una combinación de letras, números y símbolos

Mostrar contraseña

Una cuenta. Todo Google a tu disposición.

Figura 32: Creación cuenta Google [36]

Una vez rellenado el formulario correctamente ya se tiene la cuenta de Google lista para su uso.

## 8.2 DESPLIEGUE DE AGENTE DIALOGFLOW Y ARQUITECTURA

El despliegue del agente se realiza de una forma muy sencilla. Lo primero que hay que hacer es ir a la página de Dialogflow ES [37] y logarse con la cuenta de Google. Una vez aceptados los términos y condiciones aparece la página principal en la que ya se puede ver la opción “Create Agent” como se observa en la figura 33.

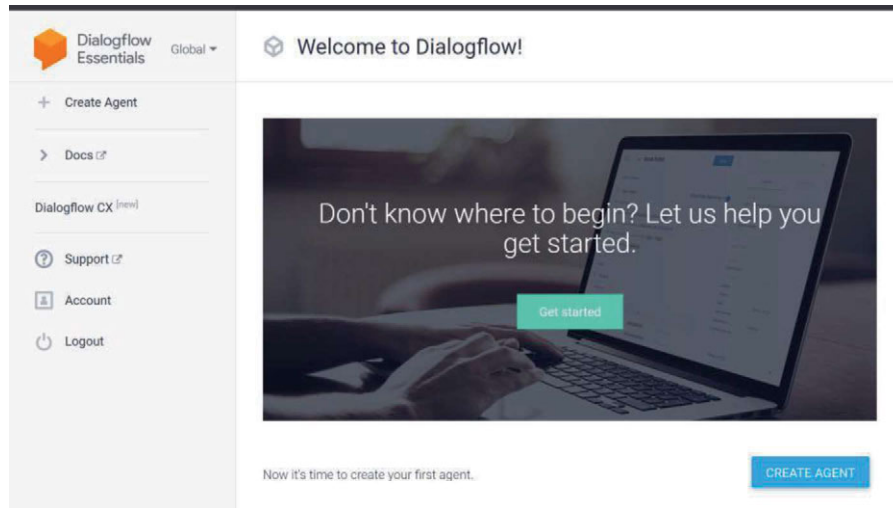
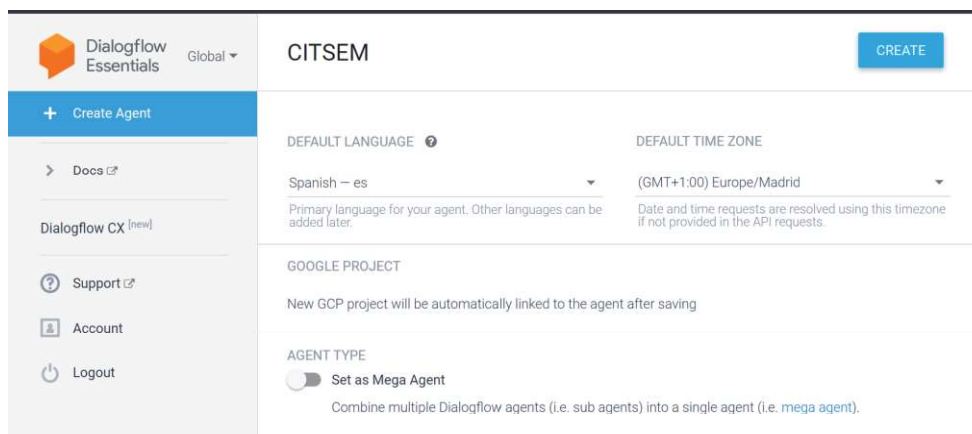
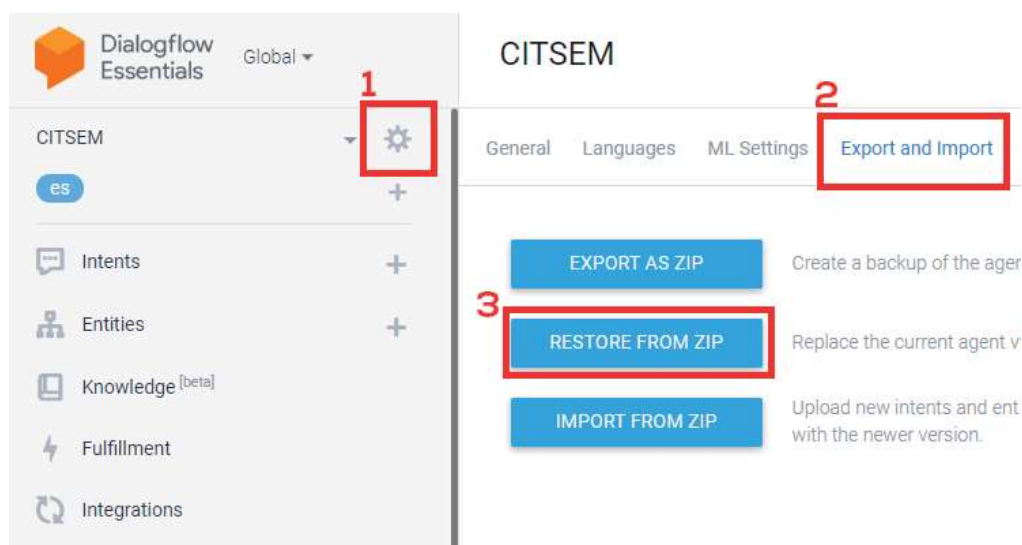


Figura 33: Página principal Dialogflow ES[37]

Tras darle a “Create Agent” aparece una pantalla en la que hay que configurar el nombre, el idioma del agente, español en el caso de este proyecto, la zona horaria y si es un “Meta Agent”. Como se ve en la figura 34 para el agente de este proyecto hay que configurarlo con idioma español, zona horaria Madrid y la opción “Meta Agent” desactivada y darle al botón “CREATE” de la parte superior derecha.



Tras esperar unos instantes el agente es creado con las intenciones de bienvenida y no entendido por defecto. El siguiente paso es importar el zip que contiene el agente de Dialogflow. En el menú de configuración, que se encuentra en la parte superior izquierda junto al nombre del agente representado con un engranaje, se encuentra la opción de “Export and Import”. Una vez en ella Dialogflow nos ofrece tres opciones: Export as ZIP, Restore from ZIP y Import from ZIP. En este caso se selecciona “Restore from ZIP” para que el contenido del agente se borre y se sustituya por el contenido del ZIP. Una vez se importa el ZIP el agente comienza un entrenamiento para poder interpretar luego los cambios realizados.



*Figura 35: Restauración agente Dialogflow ES*

El último paso para completar la restauración del agente es configurar la dirección a la que atacará el agente para ejecutar la lógica necesaria para obtener la respuesta y hacer las conexiones a base de datos. Para ello es necesario primero hacer el despliegue de la función en Google Cloud Functions.

Desde la consola de Google Cloud [38], hay que buscar “functions” en el buscador que hay en la parte superior y seleccionar la opción Cloud Functions. Una vez en ella, pulsar sobre el botón Crear Función.



Figura 36: Creación Función Google Cloud

En los siguientes pasos se configurará la función y se importará el código del proyecto. En la primera pantalla es necesario darle nombre a la función y seleccionar la opción para que se permita la ejecución sin autenticación. La configuración debería quedar tal y como se ve en la figura 37.

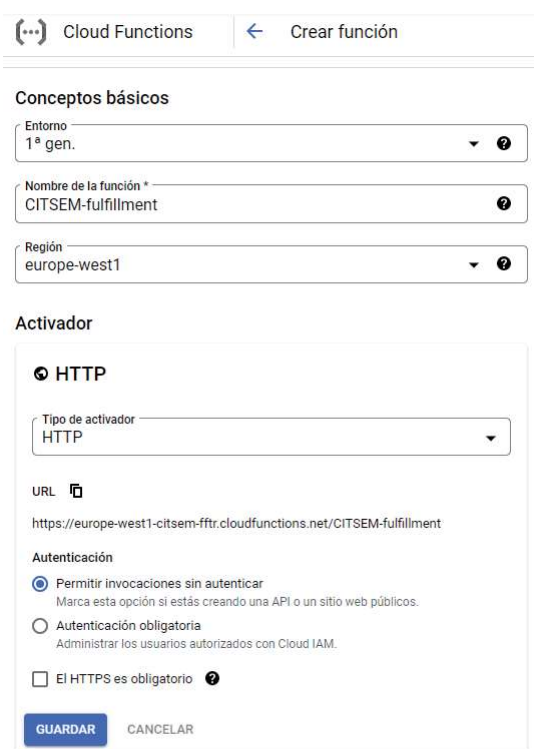


Figura 37: Configuración Función Cloud Functions

Una vez configurada la función es necesario darle a guardar y a siguiente después. En la siguiente pantalla se realizará la subida del ZIP con el código del proyecto. Para ello hay que seleccionar la opción “Carga de ZIP”, seleccionar el ZIP a importar y el depósito de Google Cloud Storage en el que se subirá el código. Además, es necesario indicarle a la función cuál es el punto de entrada para la ejecución del código, en este caso “Citsem\_MainModule”. Una vez se han realizado todos los pasos hay que pulsar en el botón de implementar. Tras unos minutos en los cuales se sube el código y se despliega, la función estará

desplegada correctamente y accesible a través de un *endpoint* quedando como en la figura 38.

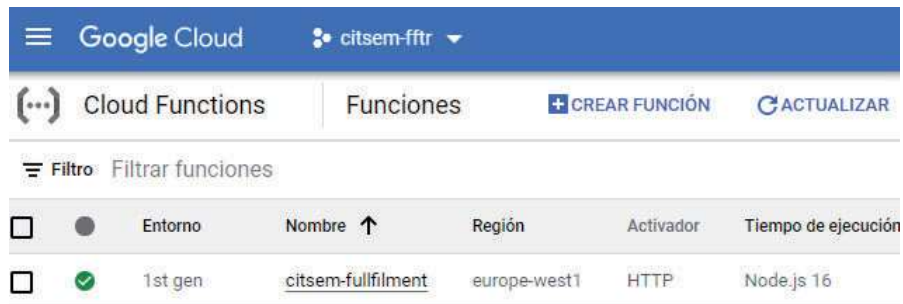


Figura 38: Pantalla principal Cloud Functions con la función desplegada

Ahora es cuando se puede terminar la configuración del agente de Dialogflow ES indicándole la dirección en la que se encuentra el *fulfillment*. Para ello se pulsa en el nombre de la función en la pantalla principal de Cloud Functions para entrar dentro de ella y poder ver sus estadísticas, registros, *endpoint*, etc. Una vez dentro de ella se puede encontrar la dirección de la función en la opción llamada Activador como se ve en la figura 39.

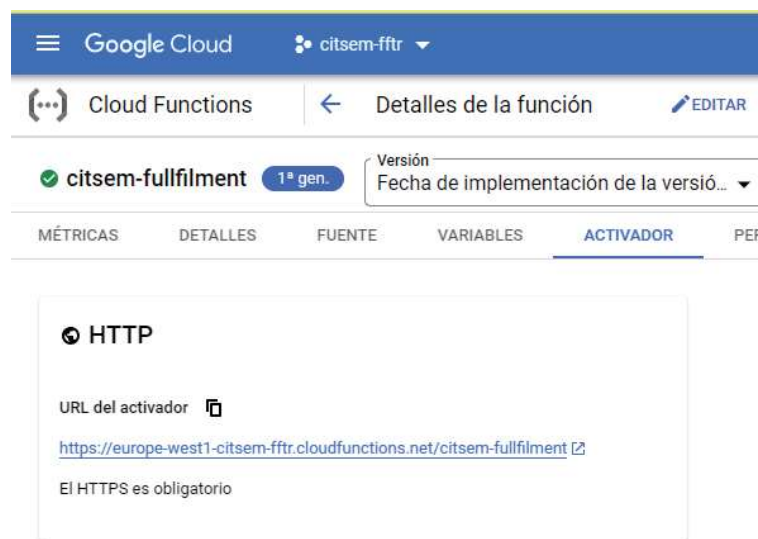


Figura 39: Obtención endpoint función Cloud Functions

Una vez copiada la dirección se añade en el agente de Dialogflow ES en la sección de Fulfillment seguido de "/citsem-chat" que es la ruta dentro de la función en la que está expuesta el código. De esta manera la configuración del fulfillment debería quedar muy parecida a la de la figura 40.

## 8 - MANUAL DE DESPLIEGUE

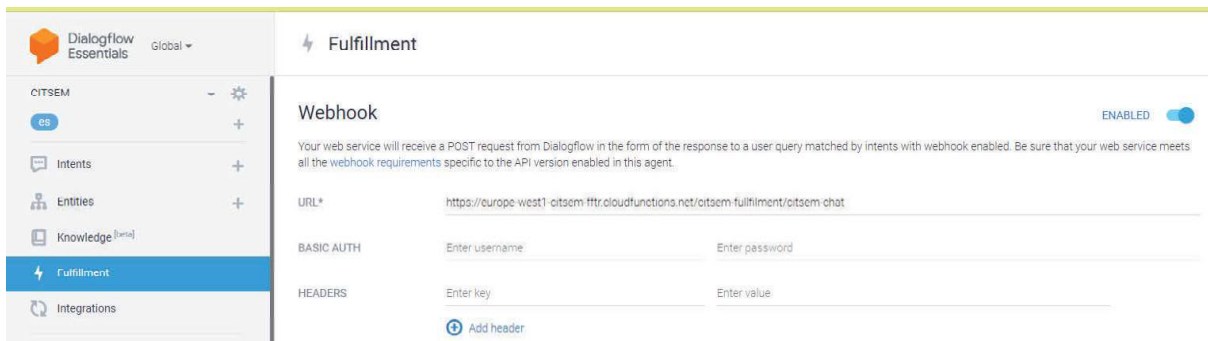


Figura 40: Configuración fulfillment Dialogflow ES

Por último, hay que darle al botón de guardar situado en la parte inferior derecha de la pantalla. De esta manera ya está el agente de Dialogflow ES desplegado totalmente y conectado con la función quedando solo la configuración de la conexión entre la función y la base de datos.

Para la importación de la base de datos es necesario buscar Firestore en el buscador de la parte superior para acceder a la página principal de la base de datos. Una vez en ella, en la opción de Importaciones/Exportaciones hay que darle al botón de Importar. Por último, es necesario seleccionar el archivo que se encuentra alojado en Google Cloud Storage como se ve en la figura 41.

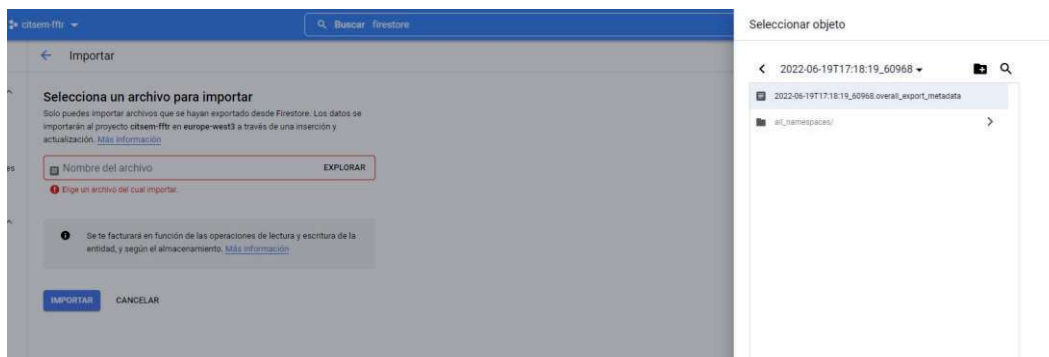


Figura 41: Importación de base de datos

Una vez seleccionado ya sólo queda darle al botón Importar para terminar el proceso y tener la base de datos desplegada correctamente. Por último, sólo queda obtener la cuenta de servicio necesaria para que la función alojada en Cloud Functions tenga permisos para leer y escribir información en la base de datos. Para ello, hay que dirigirse a la sección IAM y Administración de Google Cloud buscándola en el buscador alojado en la parte superior de la pantalla. Una vez en ella ir a la sección de cuentas de servicio y pulsar sobre crear cuenta de servicio como se ve en la figura 42.

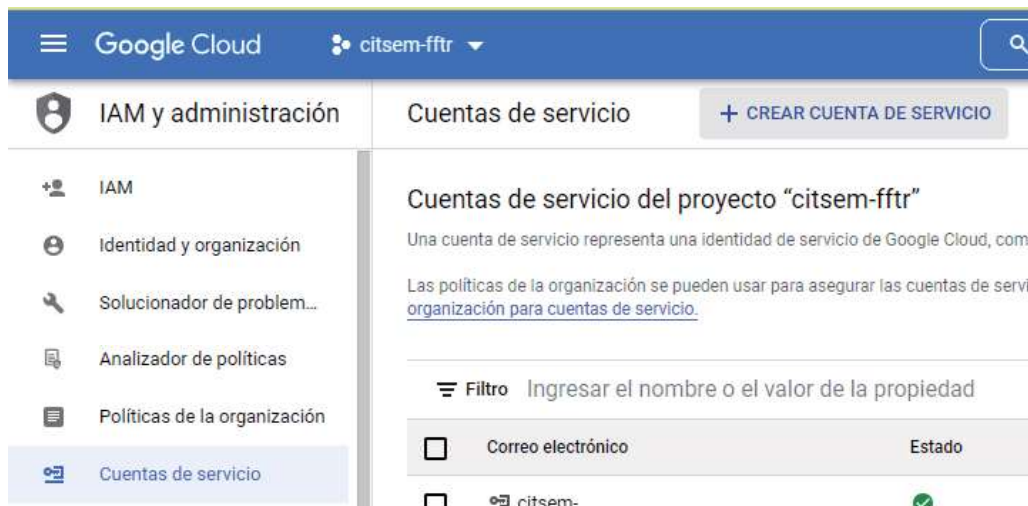


Figura 42: Creación cuenta de servicio Google Cloud

Dentro del proceso de creación, en el primer paso es necesario poner el nombre y darle a Crear y Continuar. En el segundo paso es necesario configurar los privilegios de la cuenta de servicio. Seleccionar la opción de propietario como se ve en la figura 43 y darle a Continuar. En el último paso no es necesario hacer nada por lo que para finalizar el proceso hay que darle al botón de Listo.

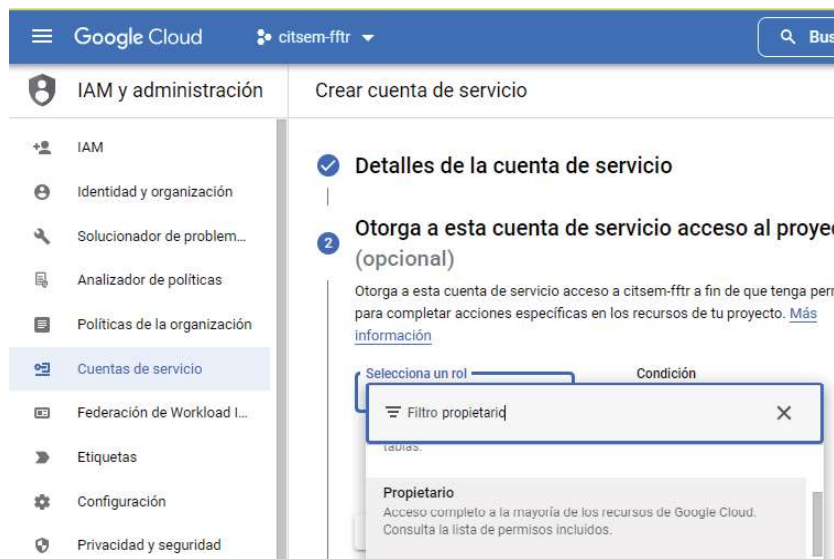


Figura 43: Configuración privilegios cuenta de servicio Google Cloud

Una vez hechos estos pasos se verá la cuenta de servicio creada en la sección de cuentas de servicio de IAM y Administración. El último paso necesario es crear una clave JSON a partir de esta cuenta de administración que será la usada por la función para autenticarse. Para ello se pulsa en el nombre de la función para acceder a ella y una vez dentro, en la opción de Claves hay que pulsar en el

## 8 - MANUAL DE DESPLIEGUE

botón Agregar Clave y seleccionar la opción Crear una Clave nueva como se ve en la figura 44 y formato JSON y pulsar sobre Crear.

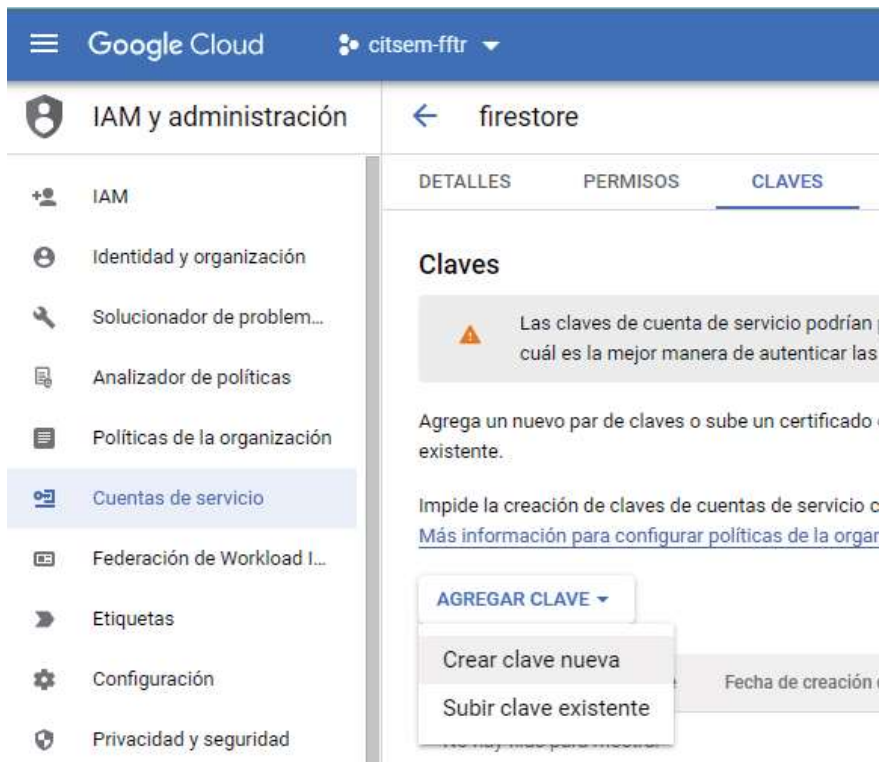


Figura 44: Creación clave cuenta de servicio Google Cloud

La clave se generará y se descargará automáticamente. Esta clave se tiene que desplegar en el código en la ruta Model/Database y hacer referencia a ella en la línea 6 del archivo Database.js que se encuentra en la misma ruta como se ve en la figura 45.

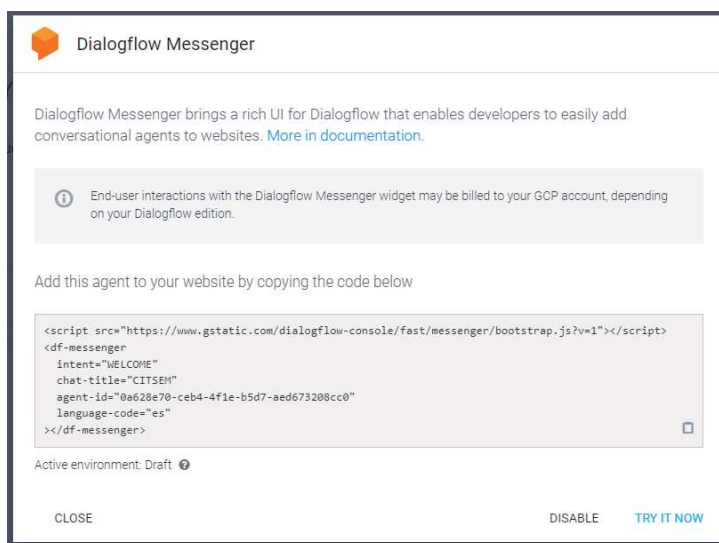
```
Model > Database > JS Database.js > ...
1  'use strict';
2  const Attributes = require('../../Context/Attributes')
3  const admin = require('firebase-admin');
4
5  // Cuenta de servicio Google Cloud
6  let serviceAccount = require('./citsemFirestoreAccountService.json');
7
```

Figura 45: Importación clave cuenta de servicio Google Cloud

Con esto se completa el despliegue del agente de Dialogflow ES y toda arquitectura necesaria para su funcionamiento. Por último, ya solo queda publicar el agente en la página web deseada como se ve a continuación.

## 8.3 INTEGRACIÓN DEL ASISTENTE EN PÁGINA WEB

Dialogflow ES ofrece multitud de integraciones de caja con multitud de canales como proveedores de tecnología de *Contact Center* como Avaya y Genesis y clientes de mensajería como Line o Telegram. Otro conector que ofrece de caja es un widget para desplegar el agente en una página web llamado Dialogflow Messenger. Para poder activarlo hay que ir a la sección Integrations dentro de Dialogflow ES y seleccionar la opción de Dialogflow Messenger. Una vez seleccionada hay que pulsar sobre el botón Enable. Una vez hecho se nos abrirá una ventana en la cual aparece un código HTML con la integración del agente de dialogflow como se ve en la figura 46. Ese código es pegado en el código de la página web y con ello ya se tiene integrado el agente en la página web. Además, en la misma pantalla en la que aparece el código HTML necesario está el botón de Try it now a través del cual se puede ver una previsualización del widget del agente en la página de Dialogflow ES.



*Figura 46: Configuración Dialogflow Messenger*



## 9 CONCLUSIONES

Había dos objetivos principales a la hora de comenzar la realización de este Proyecto Fin de Grado. Por un lado, dotar al CITSEM de un canal de comunicación y gestión novedoso, aprovechando la evolución de la tecnología de Procesamiento de Lenguaje Natural. Este canal además debía servir tanto para el personal del centro como para las posibles personas que estuviesen interesados en información de este. Por otro, hacer uso de la nueva tecnología de bases de datos no relacionales. La solución propuesta para lograr ambos objetivos es un asistente conversacional web que permita primero, gestionar eventos, reuniones, seminarios y documentos. Para ello se dispone de las funcionalidades necesarias y a las cuales solo se puede acceder una vez el usuario se ha identificado. Segundo, el asistente ha de dar la información necesaria para personas anónimas como las formas de contacto y cómo llegar al centro, su forma de organización y campos de estudio, las ofertas de trabajo disponibles en el centro y los estudios relacionados que ofrece la UPM.

Para ello se han aprovechado las cuotas gratuitas que ofrece Google en todos los elementos necesarios y la información disponible en la web del centro y la suministrada por la tutora del proyecto. Además, en la parte software se han hecho uso de *frameworks* y *SDKs* gratuitos y cuya documentación se encuentra disponible en internet. Como resultado se ha obtenido un asistente que cumple todas las especificaciones iniciales, realizado sin ningún tipo de desembolso y cuyos costes recurrentes son inexistentes para el uso razonable que va a tener el asistente teniendo en cuenta el tamaño del centro. Por último, se trata de un desarrollo realizado de forma ordenada y pensada para poder ser escalable y disponer de nuevas funcionalidades. En conclusión y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Capítulo 8 se han logrado los dos objetivos principales: realización de un asistente conversacional cuya solución es el aplicativo en sí mismo y hacer uso de la tecnología de bases de datos no relacionales y sus beneficios como es el de escalabilidad que se ha comentado en el párrafo anterior.

El asistente puede ser el primer paso hacia una mayor digitalización y capacidad de omnicanalidad del centro, permitiendo tanto a los miembros del

## 9 - CONCLUSIONES

centro como al público en general disponer de una mayor libertad a la hora de realizar ciertas gestiones que no necesitan de un entorno de trabajo específico. Un colaborador puede ir haciendo el repaso de sus tareas mientras vuelve en autobús o hace cola en el supermercado. Esta facilidad con la falta de tiempo que solemos padecer puede hacer que sea una gran herramienta y un gran aliado con la conciliación familiar, un tema que cada vez está más de moda.

## 10 LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SAP Insights, ¿Qué es la transformación digital?, SAP.com

<https://www.sap.com/spain/insights/what-is-digital-transformation.html>

(Accesed Apr. 14, 2022)

[2] Jennifer L. Schenker, Interview Of The Week: John Chambers, innovator.news

<https://innovator.news/interview-of-the-week-john-chambers-a11598c684d3>

(Accesed Apr 14, 2022)

[3] Ada Nuño, Renovarse o Morir, elconfidencial.com

[https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2018-10-23/por-que-kodak-se-arruino-y-fujifilm-triunfa\\_1633856](https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2018-10-23/por-que-kodak-se-arruino-y-fujifilm-triunfa_1633856)

(Accesed Apr 14, 2022)

[4] Nur Fitria, Tira. (2021). CREATING SENSATION OF LEARNING IN CLASSROOM: USING 'GATHER TOWN' PLATFORM VIDEO GAME-STYLE FOR VIRTUAL CLASSROOM. Education and Human Development Journal. DOI: 10.33086/ehdj.v6i2.2106. Available:

[https://www.researchgate.net/publication/356574196\\_CREATING\\_SENSATION\\_OF\\_LEARNING\\_IN\\_CLASSROOM\\_USING\\_'GATHER\\_TOWN'\\_PLATFORM\\_VIDEO\\_GAME-STYLE\\_FOR\\_VIRTUAL\\_CLASSROOM](https://www.researchgate.net/publication/356574196_CREATING_SENSATION_OF_LEARNING_IN_CLASSROOM_USING_'GATHER_TOWN'_PLATFORM_VIDEO_GAME-STYLE_FOR_VIRTUAL_CLASSROOM)

[5] ¿Qué es la Industria 4.0?, IBM.com,

<https://www.ibm.com/es-es/topics/industry-4-0>

(Accesed Apr 14, 2022)

[6] Industria 4.0 para LUPEON, LUPEON.com

<https://lupeon.com/2019/03/industria-4-0-para-lupeon-la-impresion-3d-como-herramienta-fundamental-en-la-cuarta-revolucion-industrial/>

## 10 - LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Accesed Apr 14, 2022)

[7] Inteligencia Artificial: ¿Qué es?

<https://www.salesforce.com/mx/blog/2017/6/Que-es-la-inteligencia-artificial.html>

(Accesed Apr 14, 2022)

[8] McCarthy, John; Minsky, Marvin; Rochester, Nathan; Shannon, Claude (1955), A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955 DOI: 10.1609/aimag.v27i4.1904. Available:

<http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>

(Accesed Apr 20, 2022)

[9] Inteligencia Artificial: Qué es IA y Por Qué Importa, SAS.com

[https://www.sas.com/es\\_es/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html](https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html)

(Accesed Apr 20, 2022)

[10] Neural Networks: What they are & why they matter, SAS.com

[https://www.sas.com/es\\_es/insights/analytics/neural-networks.html](https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/neural-networks.html)

(Accesed Apr 20, 2022)

[11] Diego Calvo, Clasificación de redes neuronales artificiales, diegocalvo.es

<https://www.diegocalvo.es/clasificacion-de-redes-neuronales-artificiales/>

(Accesed Apr 20, 2022)

[12] Aprendizaje automático: Qué es y por qué es importante, SAS.com

[https://www.sas.com/es\\_es/insights/analytics/machine-learning.html](https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/machine-learning.html)

(Accesed Apr 20, 2022)

[13] Deep Learning: Qué es y por qué es importante, SAS.com

[https://www.sas.com/es\\_es/insights/analytics/deep-learning.html](https://www.sas.com/es_es/insights/analytics/deep-learning.html)

(Accesed Apr 20, 2022)

[14] Procesamiento del lenguaje natural: Qué es y por qué es importante, SAS.com

[https://www.sas.com/es\\_ar/insights/analytics/what-is-natural-language-processing-nlp.html](https://www.sas.com/es_ar/insights/analytics/what-is-natural-language-processing-nlp.html)

(Accesed Apr 20, 2022)

[15] Natural Language Processing History, Amazon.com

<https://www.amazon.com/Natural-Language-Processing-NLP-History/dp/B087627V37ç>

(Accesed Apr 20, 2022)

[16] Hutchins, W.J. (2004). The Georgetown-IBM Experiment Demonstrated in January 1954. In: Frederking, R.E., Taylor, K.B. (eds) Machine Translation: From Real Users to Research. AMTA 2004. Lecture Notes in Computer Science(), vol 3265. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-30194-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30194-3_12)  
Available:

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-30194-3\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-30194-3_12)

(Accesed Apr 20, 2022)

[17] Asistentes virtuales: un mercado al alza, Bankinter.com

<https://www.bankinter.com/blog/empresas/que-asistente-virtual-inteligencia-artificial>

(Accesed Apr 20, 2022)

[18] Global Smart Speakers Markets Report 2021, globenewswire.com

<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/05/24/2234471/28124/en/Global-Smart-Speakers-Markets-Report->

## 10 - LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[2021-Amazon-Alexa-Google-Assistant-Siri-Cortana-Others-Market-is-Expected-to-Reach-17-85-Billion-in-2025-at-a-CAGR-of-26.html](#)

(Accesed Apr 20, 2022)

[19] What is cloud computing?, hpe.com

<https://www.hpe.com/es/es/what-is/cloud-computing.html>

(Accesed Apr 25, 2022)

[20] Nube híbrida: Definición, función, ventajas y más, vidabytes.com

<https://vidabytes.com/nube-hibrida/>

(Accesed Apr 25, 2022)

[21] La Biblioteca de Nínive, la mayor de la Antigüedad, historiaweb.com

[https://historiaeweb.com/2018/08/22/biblioteca-de-ninive/#Que\\_fue\\_la\\_Biblioteca\\_de\\_Ninive](https://historiaeweb.com/2018/08/22/biblioteca-de-ninive/#Que_fue_la_Biblioteca_de_Ninive)

(Accesed Apr 25, 2022)

[22] Tim Harford, Serie "50 cosas que han hecho la economía moderna", Herman Hollerith, el hombre que se hizo rico con los datos un siglo antes que Google, bbc.com

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-51052936>

(Accesed Apr 25, 2022)

[23] Joaquín Araujo, Breve historia del origen de las bases de datos, platz.com

<https://platzi.com/blog/historia-origen-bases-de-datos/>

(Accesed Apr 25, 2022)

[24] NoSQL vs SQL Databases, mongodb.com

<https://www.mongodb.com/nosql-explained/nosql-vs-sql>

(Accesed Apr 25, 2022)

[25] Dr. Shannon Block, Why Amazon, Google, Netflix and Facebook Switched to NoSQL?, linkedin.com

<https://www.linkedin.com/pulse/why-amazon-google-netflix-facebook-switched-nosql-shannon-block-cfe/>

(Accesed Apr 25, 2022)

[26] <https://news.microsoft.com/es-xl/la-importancia-del-manejo-bases-datos-sector-los-servicios-financieros/>

[27]

[28] La importancia del manejo de bases de datos para el sector de los servicios financieros, news.microsoft.com

<https://cloud.google.com/dialogflow/pricing?hl=es#es-agent>

(Accesed Apr 25, 2022)

[29 ] Precios de Cloud Functions, cloud.google.com

<https://cloud.google.com/functions/pricing?hl=es-419>

(Accesed May 15, 2022)

[30] Cuotas y límites, cloud.google.com

<https://cloud.google.com/firestore/quotas?hl=es>

(Accesed May 15, 2022)

[31] Express: Infraestructura web rápida, minimalista y flexible para Node.js, Expressjs.com

<https://expressjs.com/es/>

(Accesed May 15, 2022)

[32] Cocoa Core Competencies, developer.apple.com

## 10 - LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://developer.apple.com/library/archive/documentation/General/Conceptual/DevPedia-CocoaCore/MVC.html>

(Accesed May 15, 2022)

[33] Dialogflow API v2beta1, developers.google.com

<https://developers.google.com/resources/api-libraries/documentation/dialogflow/v2beta1/java/latest/>

(Accesed May 15, 2022)

[34] Primeros pasos con Cloud Firestore, firebase.google.com

<https://firebase.google.com/docs/firestore/quickstart?hl=es-419#node.js>

(Accesed May 20, 2022)

[35] Cuotas y límites, cloud.google.com

<https://cloud.google.com/dialogflow/quotas?hl=es#es-agent>

(Accesed May 20, 2022)

[35] Google Cloud Pricing Calculator, cloud.google.com

<https://cloud.google.com/products/calculator?hl=es>

(Accesed May 20, 2022)

[36] Crea una cuenta de Google, accounts.google.com

<https://accounts.google.com/signup/v2/webcreateaccount?flowName=GlifWebSignIn&flowEntry=SignUp>

(Accesed May 20, 2022)

[37] Dialogflow Essentials, dialogflow.cloud.google.com

<https://dialogflow.cloud.google.com/>

(Accesed Apr 20, 2022)

[38] Google Cloud, console.cloud.google.com

<https://console.cloud.google.com/>

(Accesed Apr 20, 2022)

## 10 - LISTA DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 11 ANEXOS O APÉNDICES

### 11.1 RESULTADOS PRUEBAS ENTRENAMIENTO

A continuación, se pueden ver los resultados obtenidos en las pruebas del entrenamiento del agente:

*Tabla 7: Resultados Pruebas Agente (I)*

Intención	Nivel de Confianza
DIS - Eventos	100 %
DIS - Documentos	100 %
FAQ - Areas Estrategicas	89 %
FAQ - Areas Estrategicas - Mas Informacion	100 %
FAQ - Como Llegar	100 %
FAQ - Como Llegar - Tipo Transporte	100 %
FAQ - Contacto	89 %
FAQ - Contacto - Tipo Contacto	100 %
FAQ - Estudios Master y Doctorado	100 %
FAQ - Estudios Master y Doctorado - TipoEstudio	100 %
FAQ - Grupos Investigacion	100 %
FAQ - Grupos Investigacion - Mas Informacion	100 %

## 11 - ANEXOS O APÉNDICES

*Tabla 8: Resultados Pruebas Agente (II)*

Intención	Nivel de Confianza
FAQ - Informacion CITSEM	100 %
FAQ - Ofertas Trabajo	100 %
FAQ - Ofertas Trabajo - Mas Informacion	100 %
FAQ - Ofertas Trabajo - Seleccionar Oferta	100 %
Login - Iniciar Sesion	100 %
SmallTalk - Ayuda	77 %
SmallTalk - Bienvenida	100 %
SmallTalk - Creador	89 %
SmallTalk - Despedida	100 %
SmallTalk - Estudios	77 %
SmallTalk - Felicitaciones	100 %
SmallTalk - Genero	77 %
SmallTalk - Insultos	89 %
SmallTalk - Nacimiento	89 %
SmallTalk - Que Tal	100 %
UC - Busqueda	100 %

Tabla 9: Resultados Pruebas Agente (III)

Intención	Nivel de Confianza
UC - Cancelar	100 %
UC - Confirmar	100 %
Intención	Nivel de Confianza
UC - Creacion Eventos	100 %
UC - Fecha	89 %
UC - Publicar Documento	100 %
UC - Retirar Documento	100 %
UC - Tipo Documento	100 %
Total	96.14 %

En esta tabla no se muestran las intenciones que han sido desarrolladas de manera que son disparadas ante cualquier expresión. Estas intenciones son utilizadas en los puntos en los cuales el asistente pide campos que no se pueden identificar y clasificar con una acción concreta. Por ejemplo: los títulos de los documentos, nombres de personas, descripciones, etc.

A la hora de analizar los resultados hay que tener en cuenta que el nivel de confianza obtenido en las pruebas siempre será mayor que el que se obtendrá en un entorno productivo. Es por ello por lo que primero, se necesita conseguir un gran nivel de confianza en las pruebas, superior al 80 % al menos y una vez el asistente pase a estar disponible para los usuarios, será necesario un trabajo de reentrenamiento a partir de las conversaciones reales.



## 11.2 Flujos Conversacionales

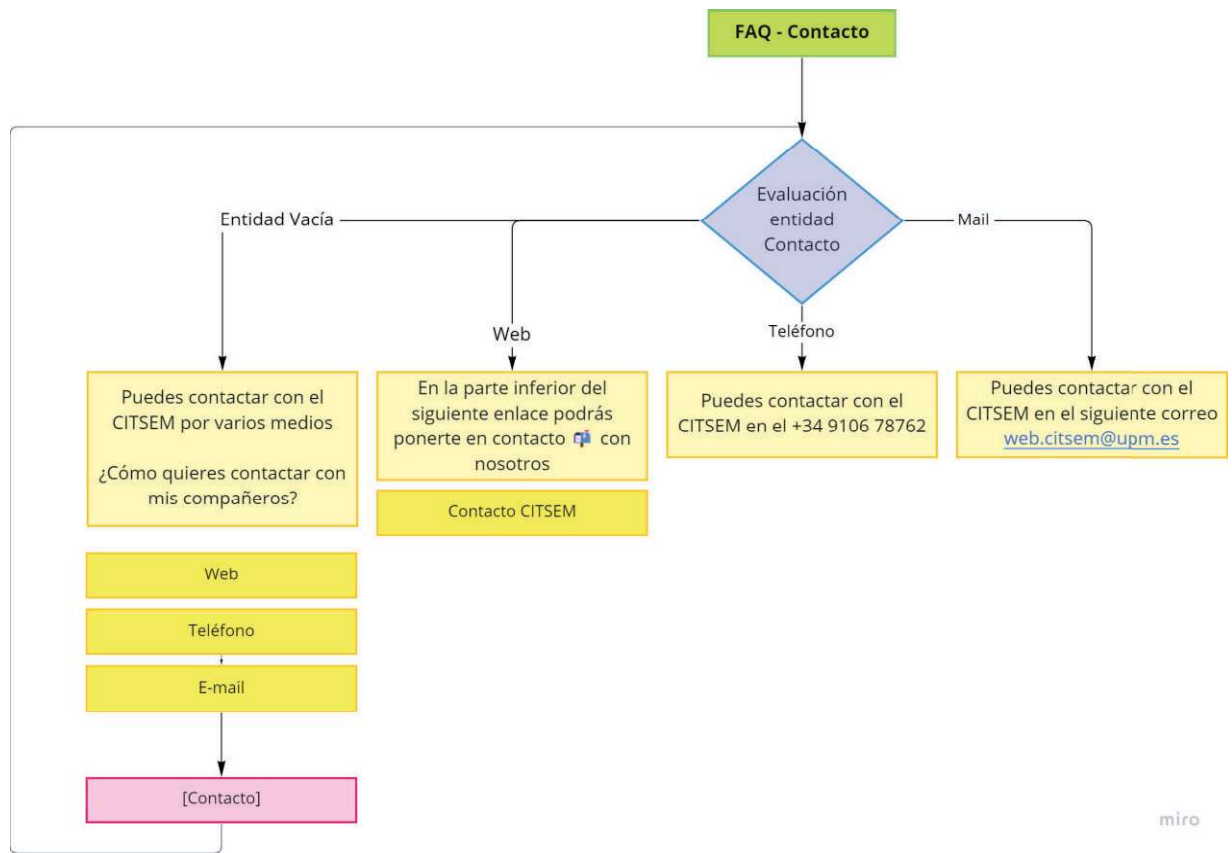


Figura 47: FAQ - Contacto

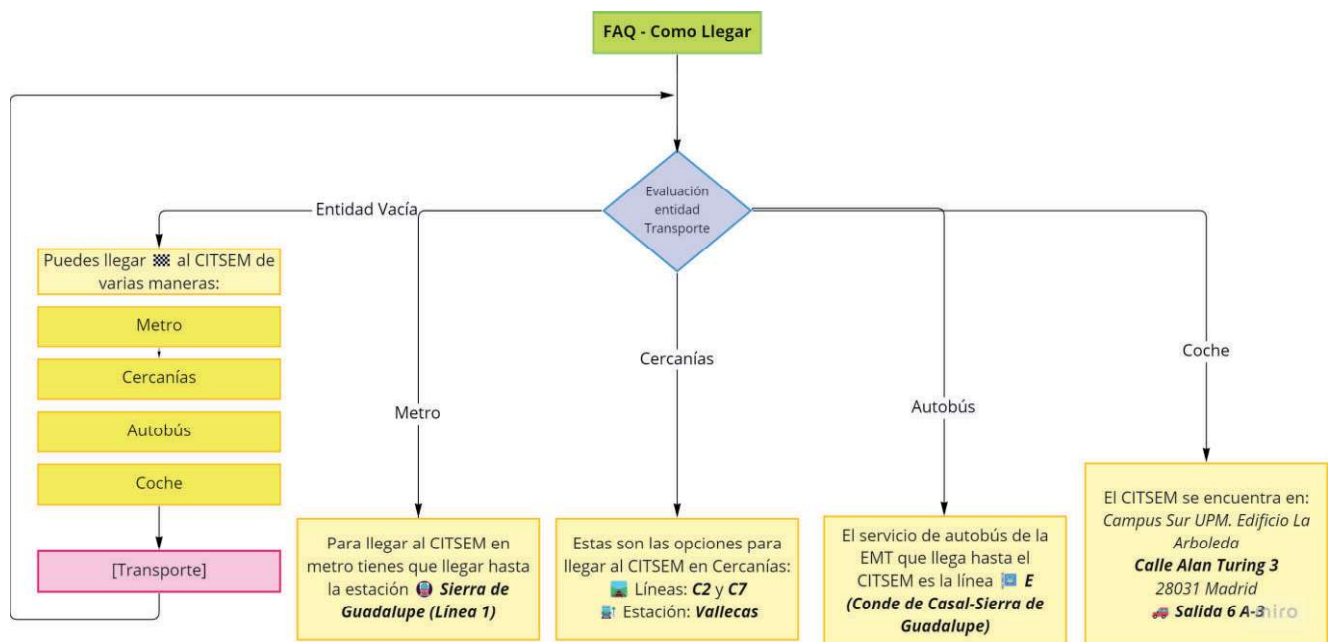


Figura 48: FAQ - Como Llegar

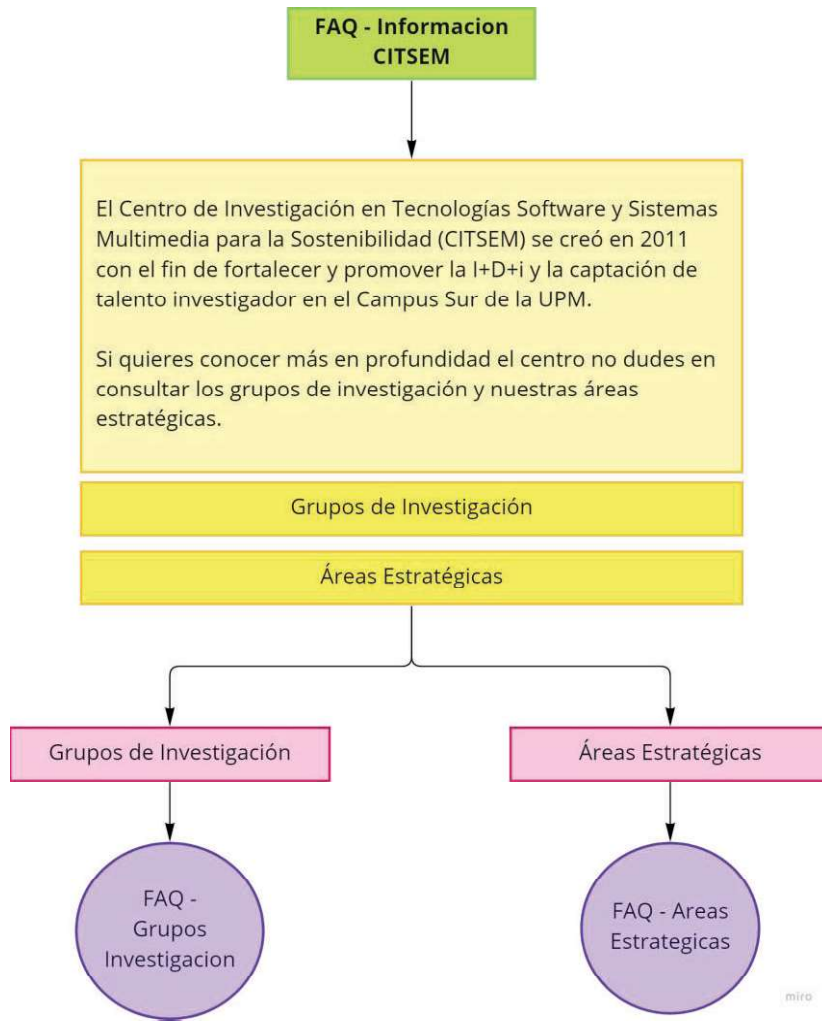


Figura 49: FAQ - Información CITSEM

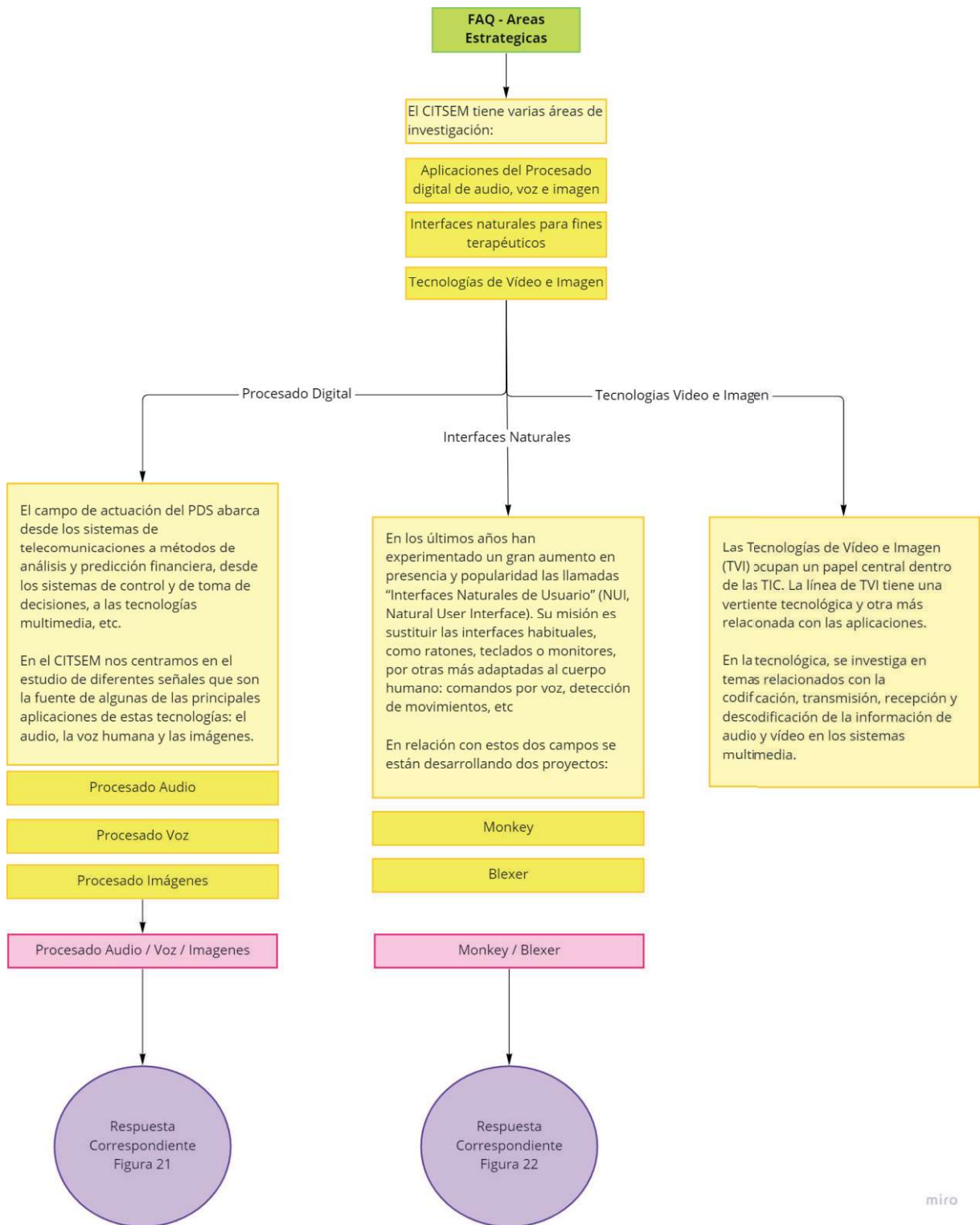


Figura 50: FAQ - Areas Estratégicas (I)

miro

## 11 - ANEXOS O APÉNDICES

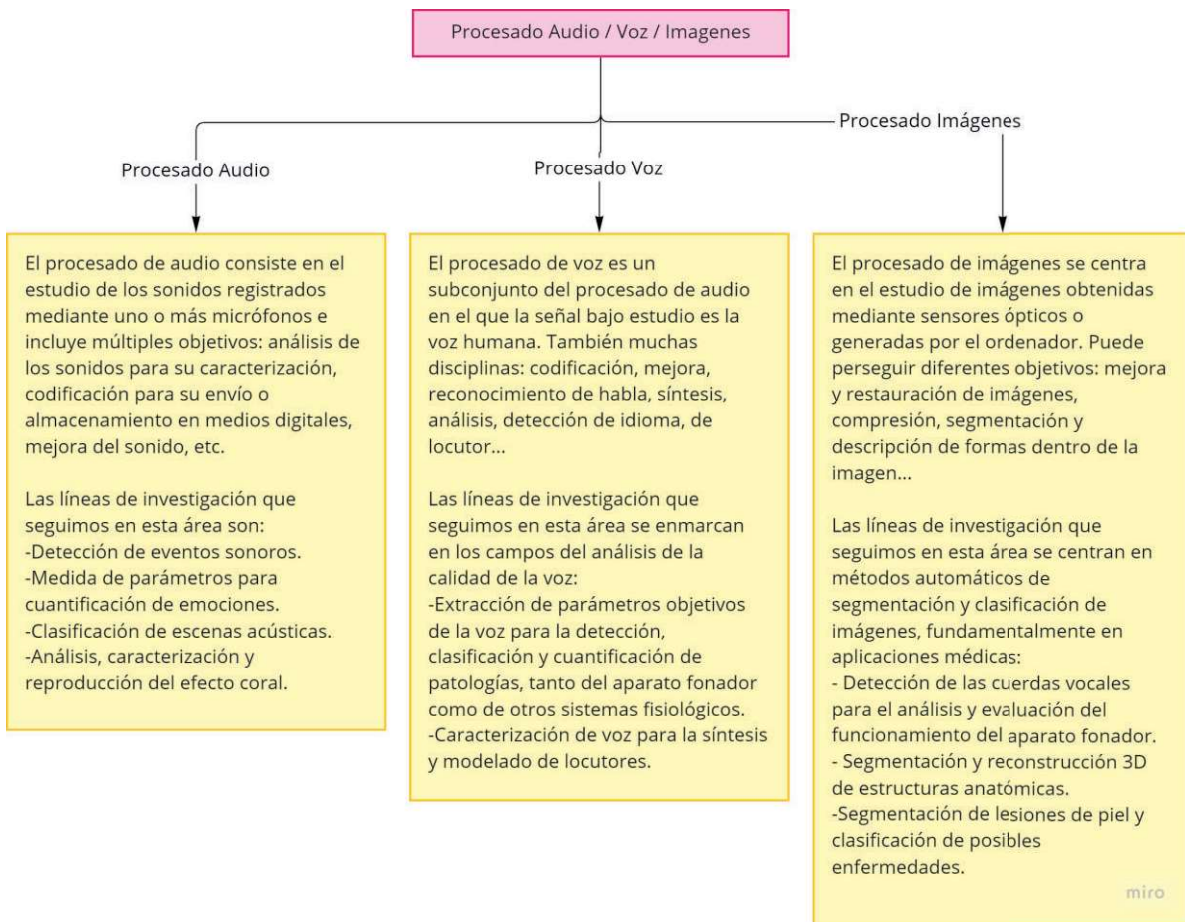


Figura 51: FAQ - Areas Estratégicas (II)

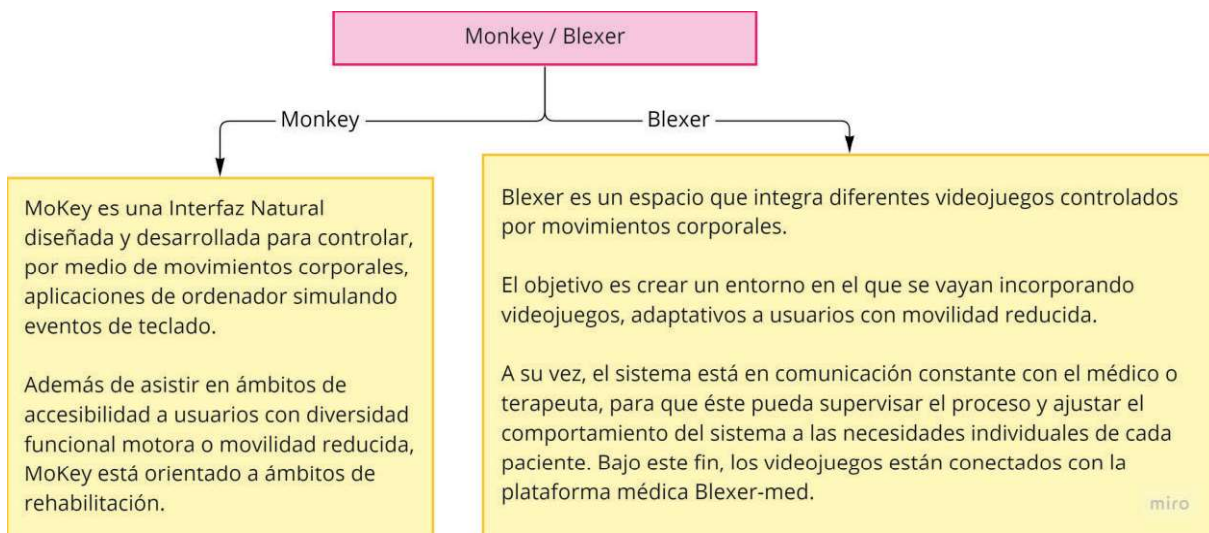


Figura 52: FAQ - Areas Estratégicas (II)

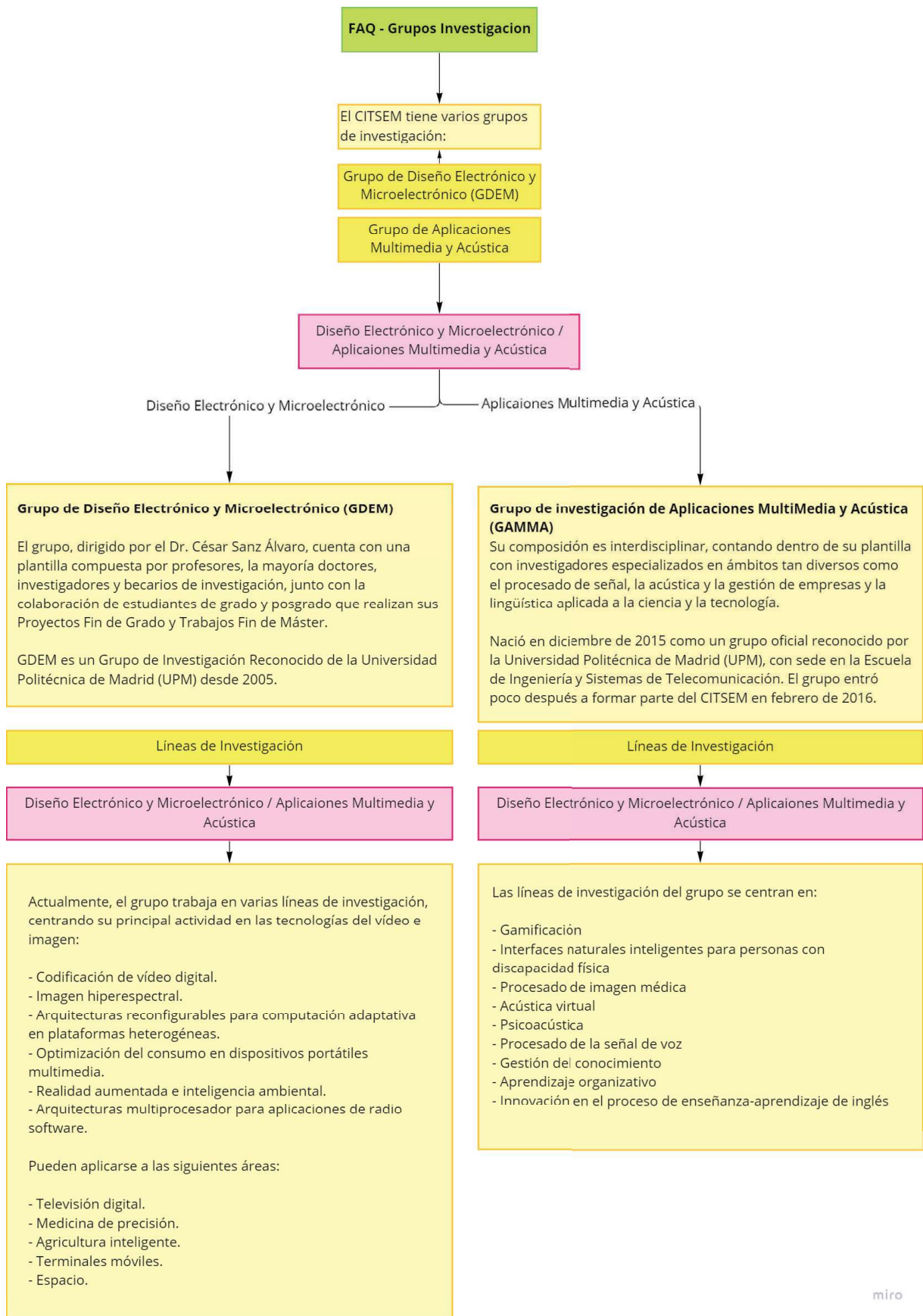


Figura 53: FAQ - Grupos Investigación

# 11 - ANEXOS O APÉNDICES

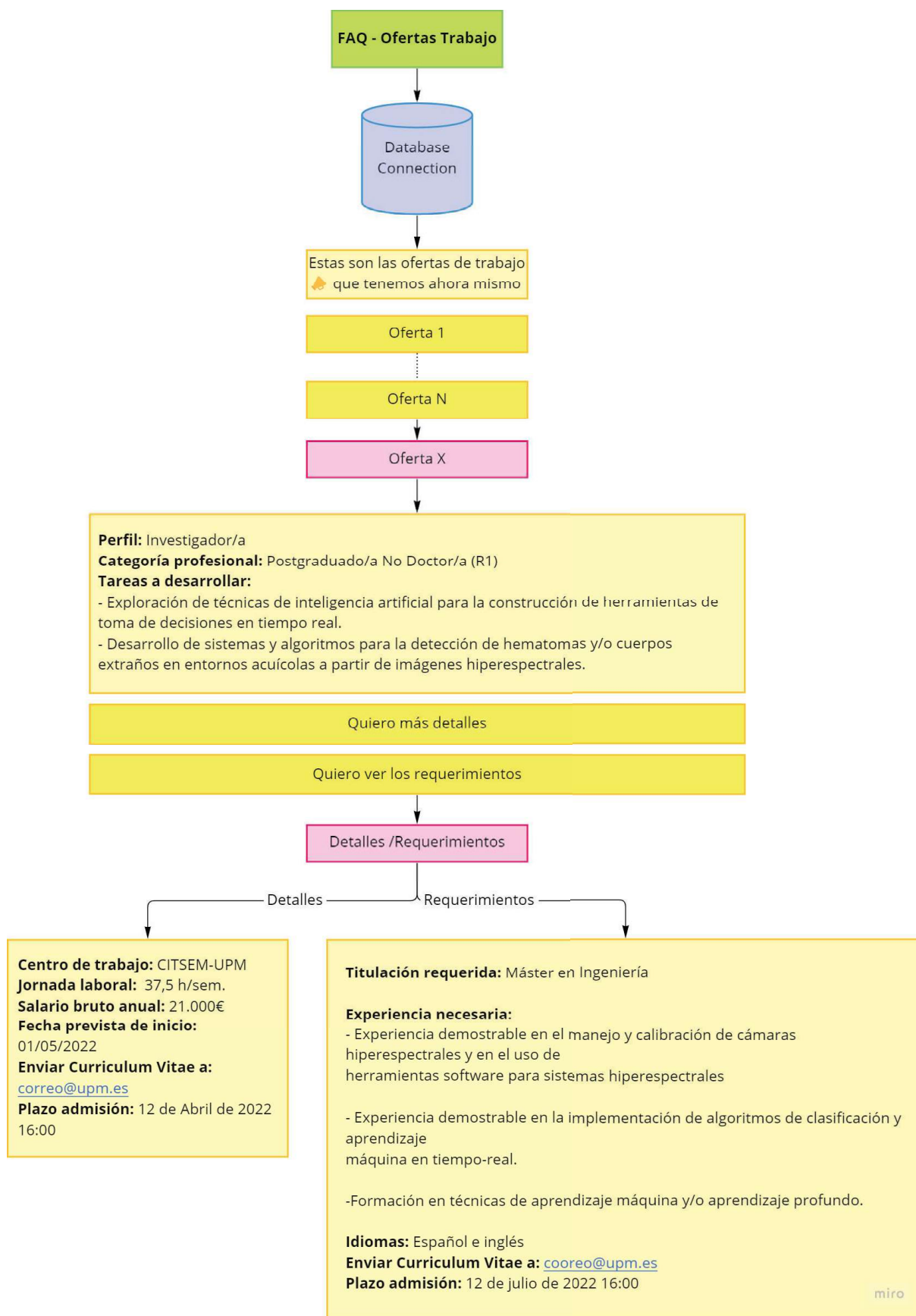


Figura 54: FAQ - Ofertas Trabajo

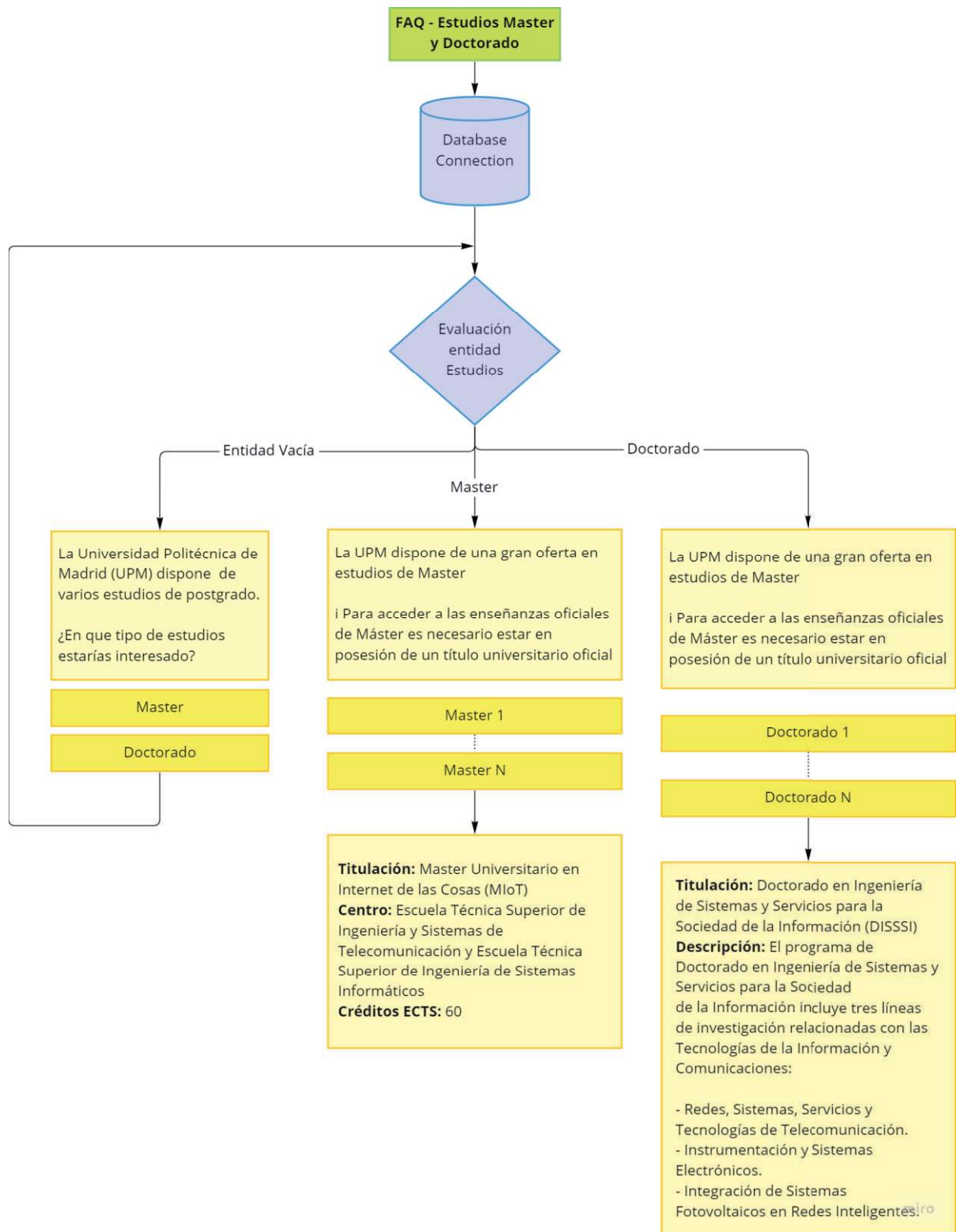


Figura 55: FAQ – Estudios Master y Doctorado

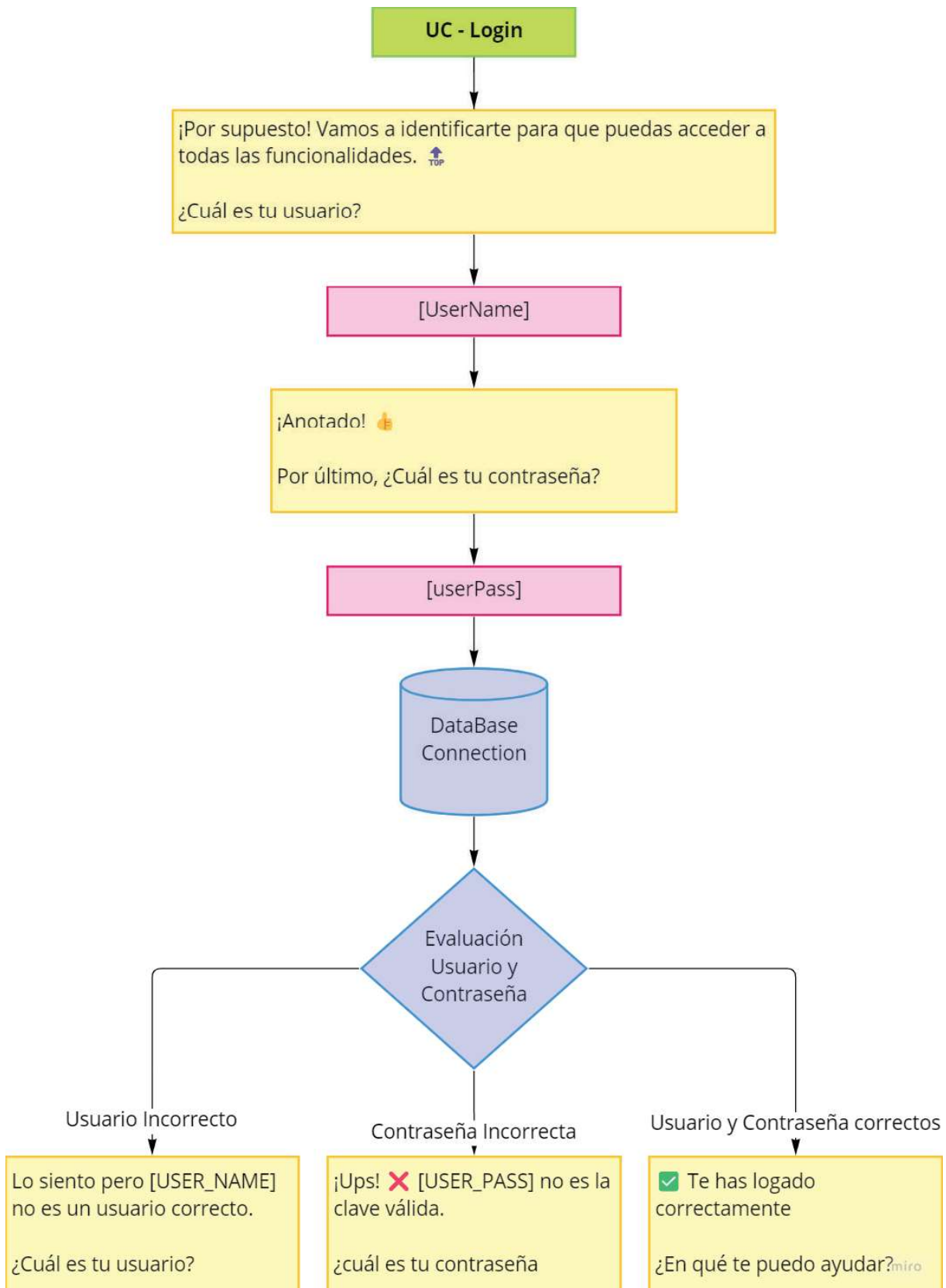


Figura 56: UC – Login

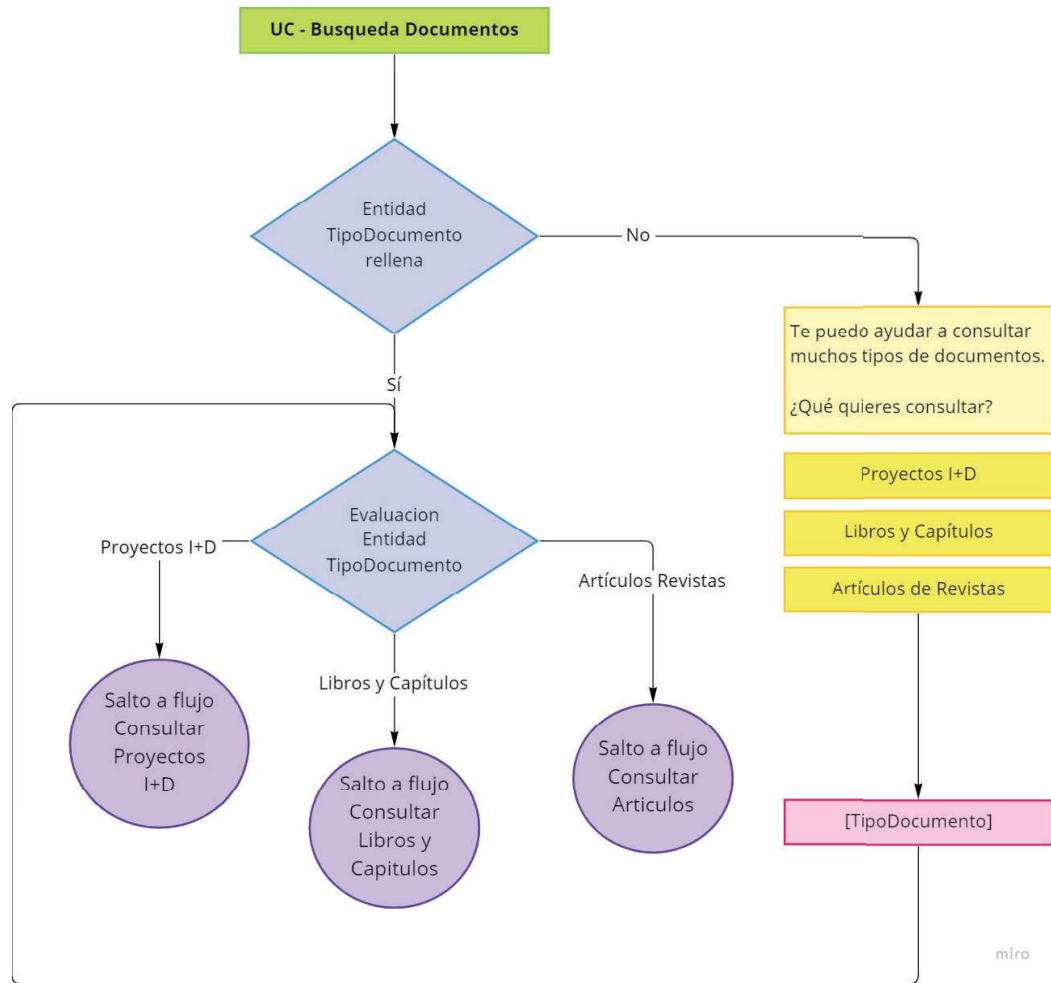


Figura 57: UC - Búsqueda Documentos

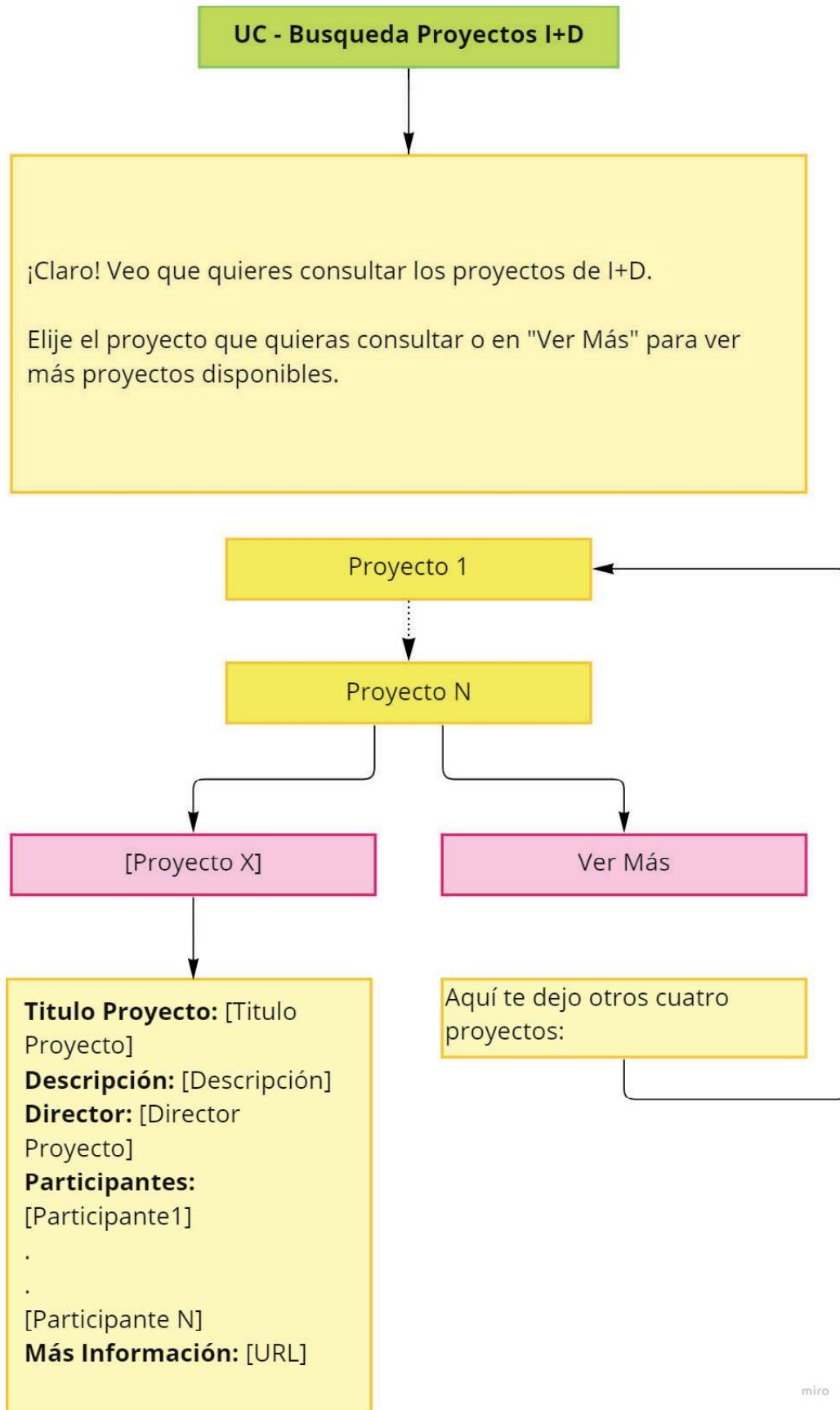
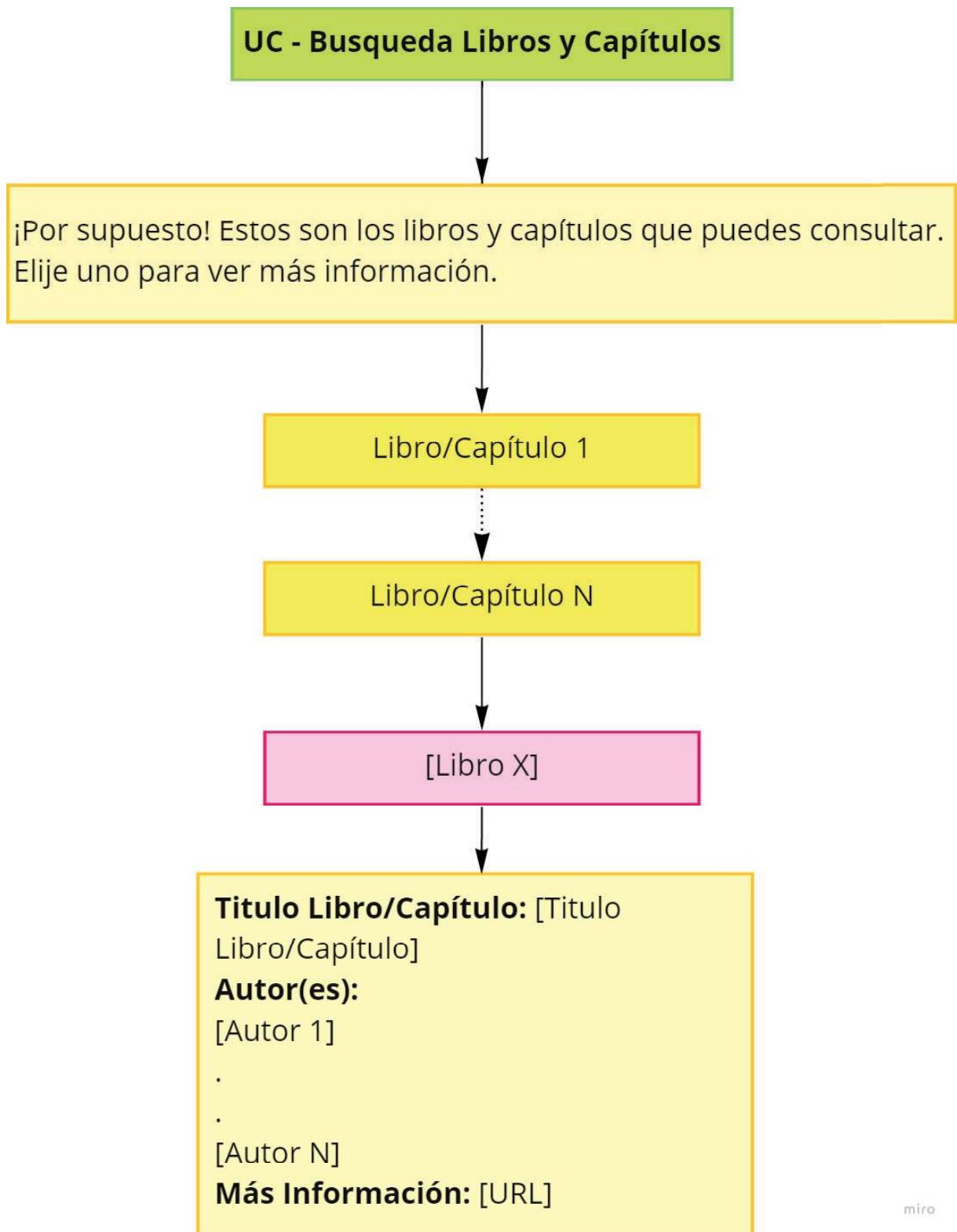
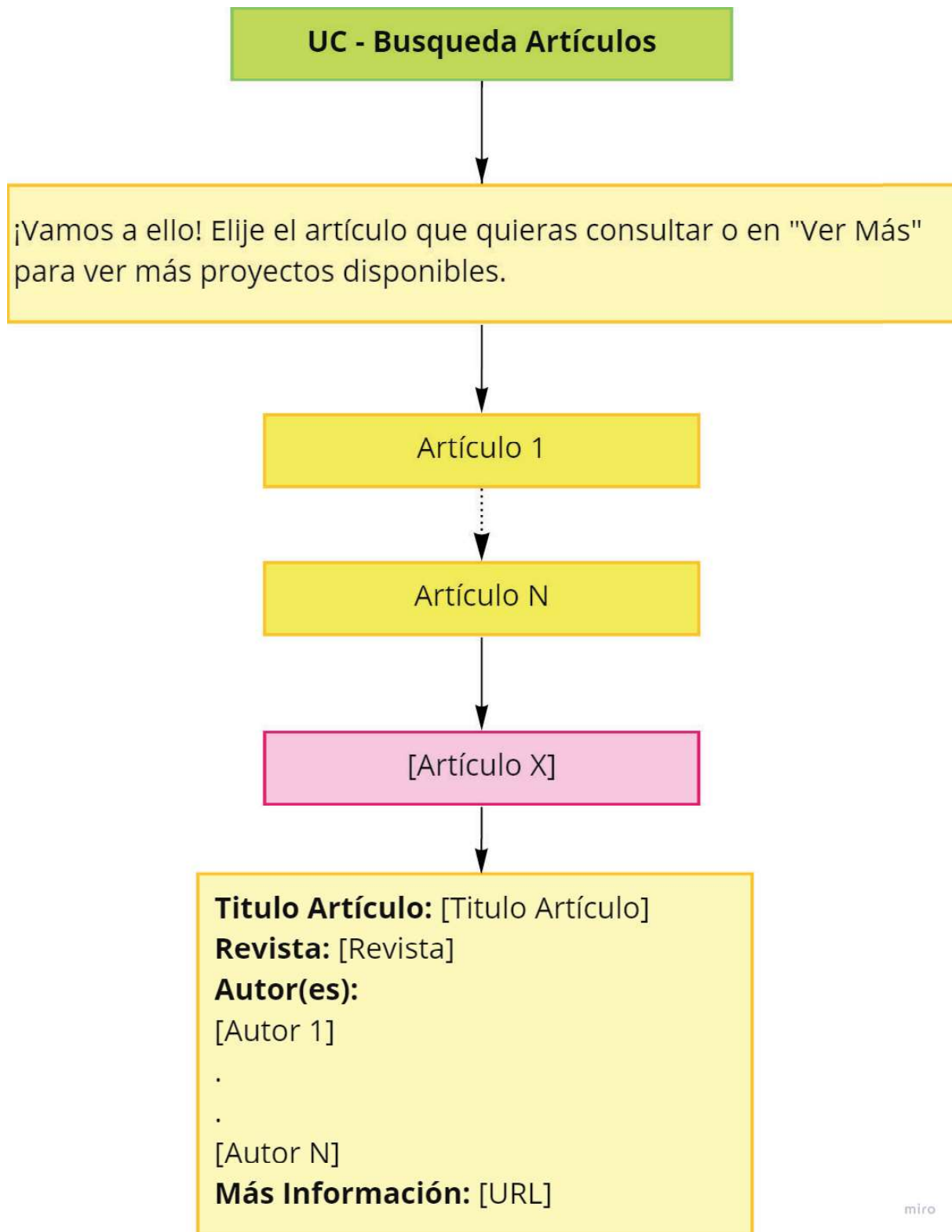


Figura 58: UC - Búsqueda Proyectos I+D



miro

Figura 59: UC - Búsqueda Libros y Capítulos



miro

Figura 60: UC - Búsqueda Artículos

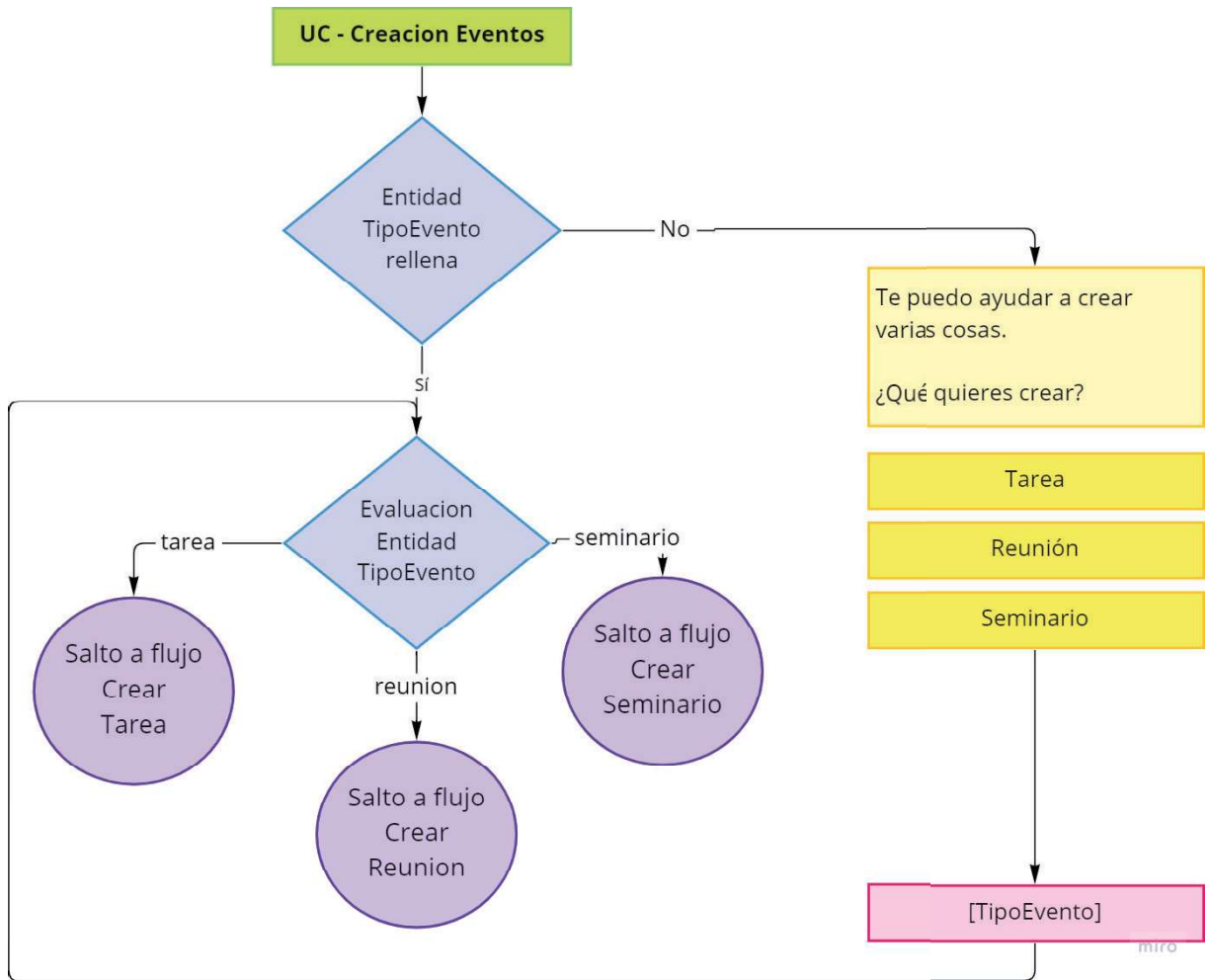


Figura 61: UC – Creación Eventos

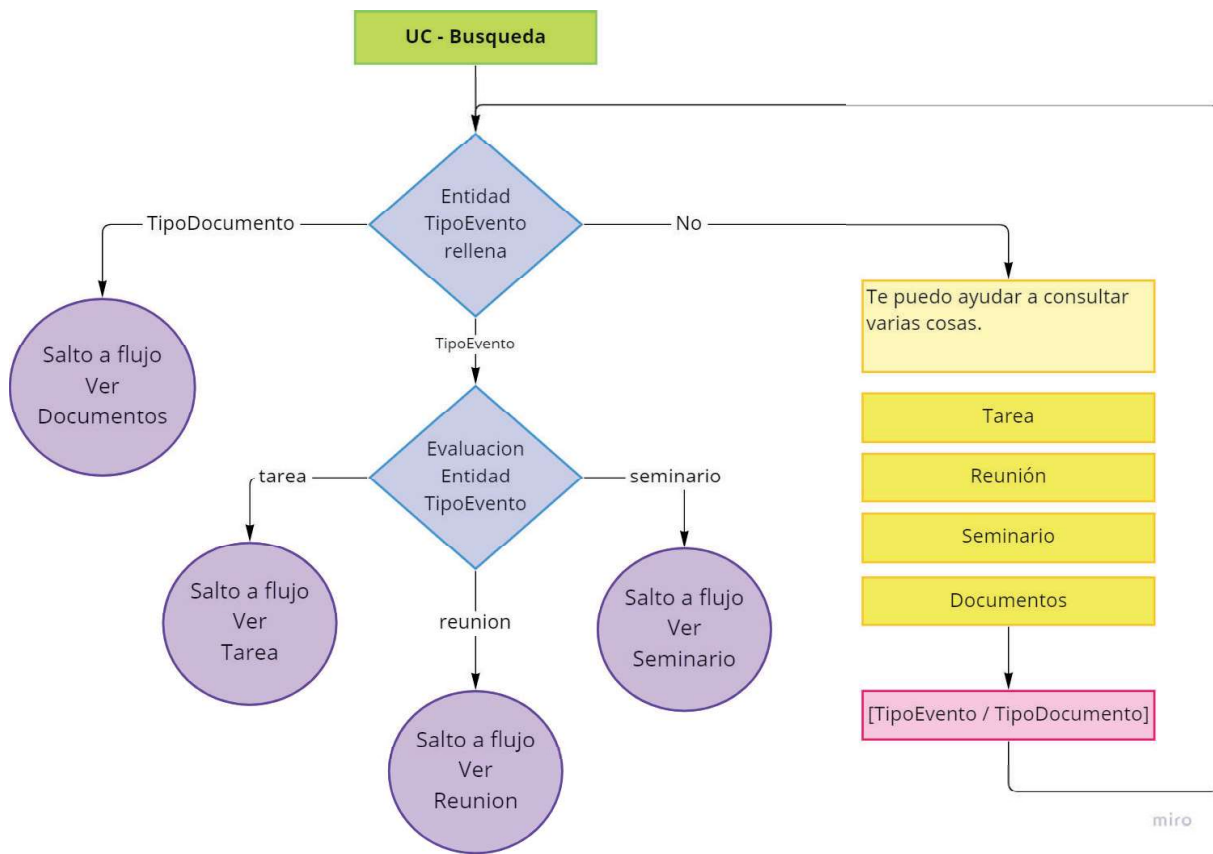


Figura 62: UC – Búsqueda

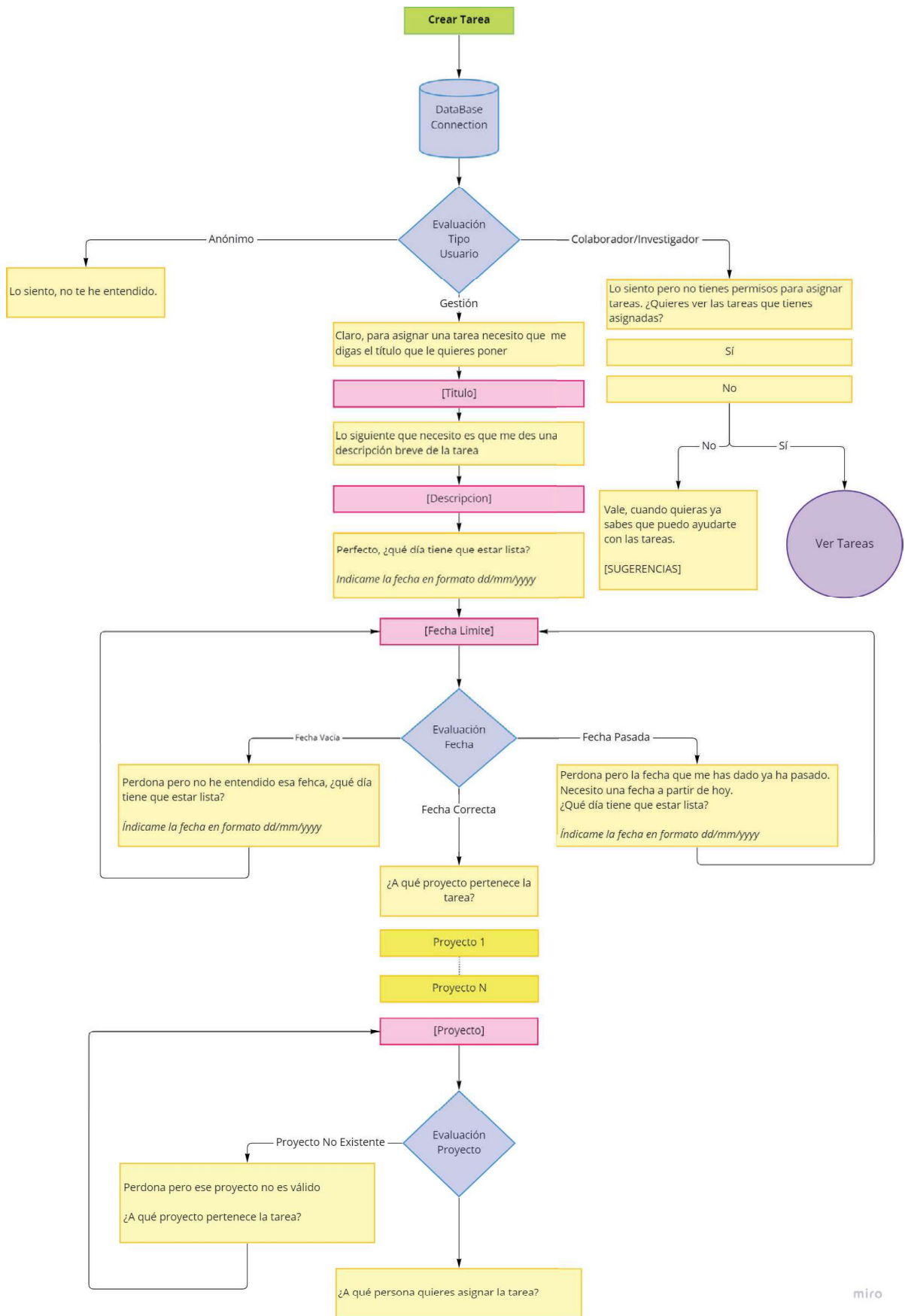


Figura 63: Crear Tarea (I)

miro

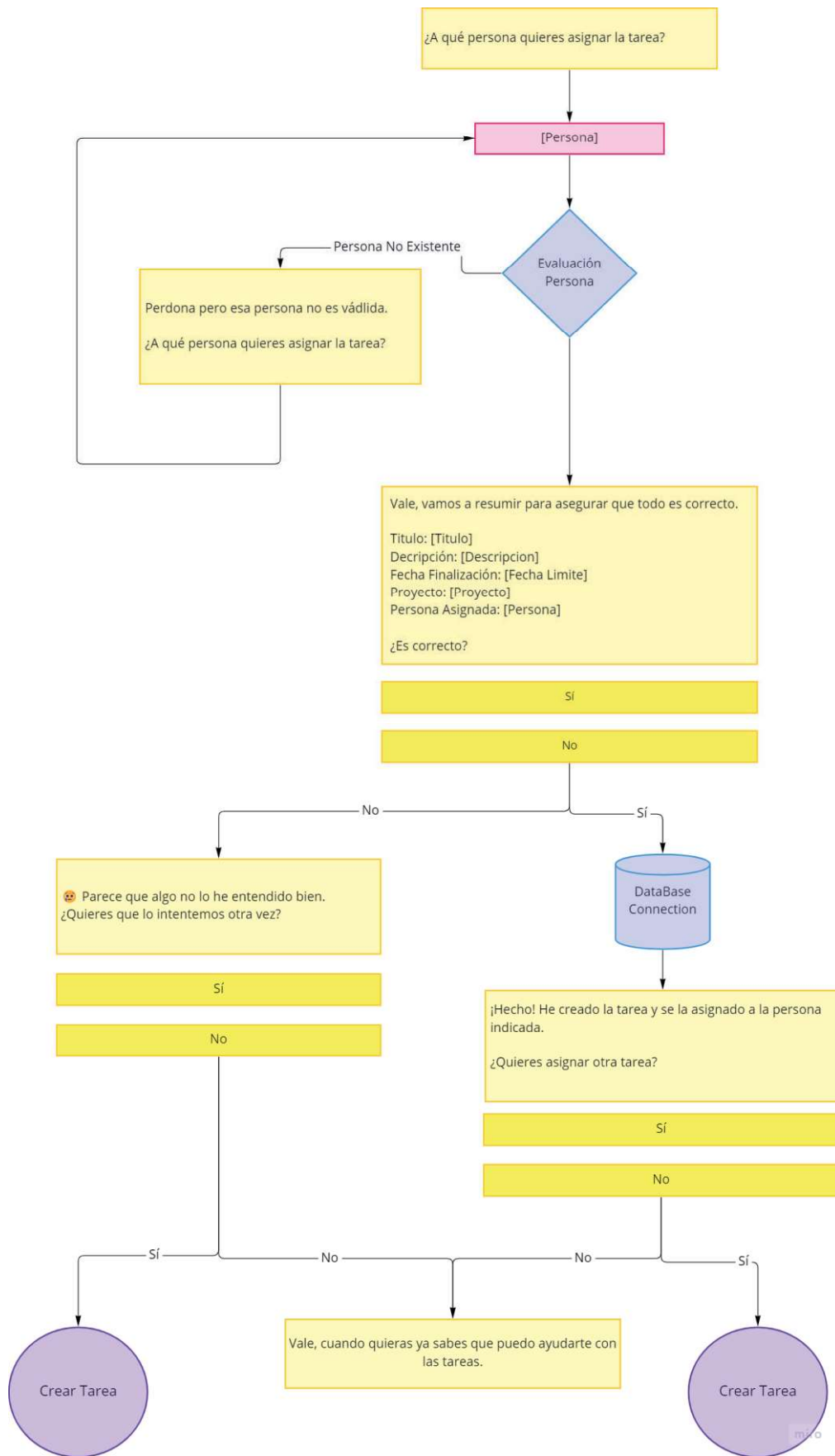


Figura 64: Crear Tarea (II)

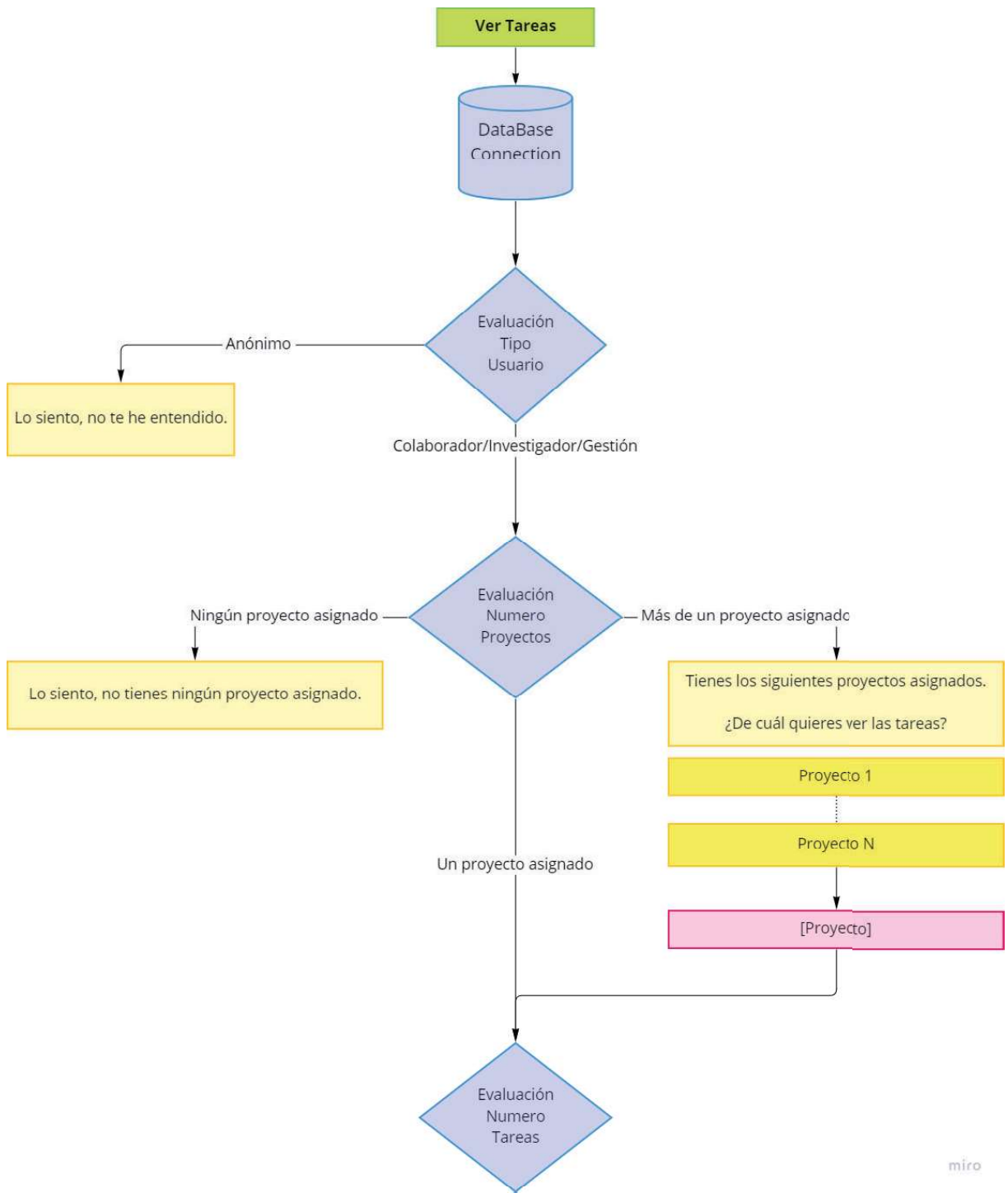


Figura 65: Ver Tareas (I)

# 11 - ANEXOS O APÉNDICES

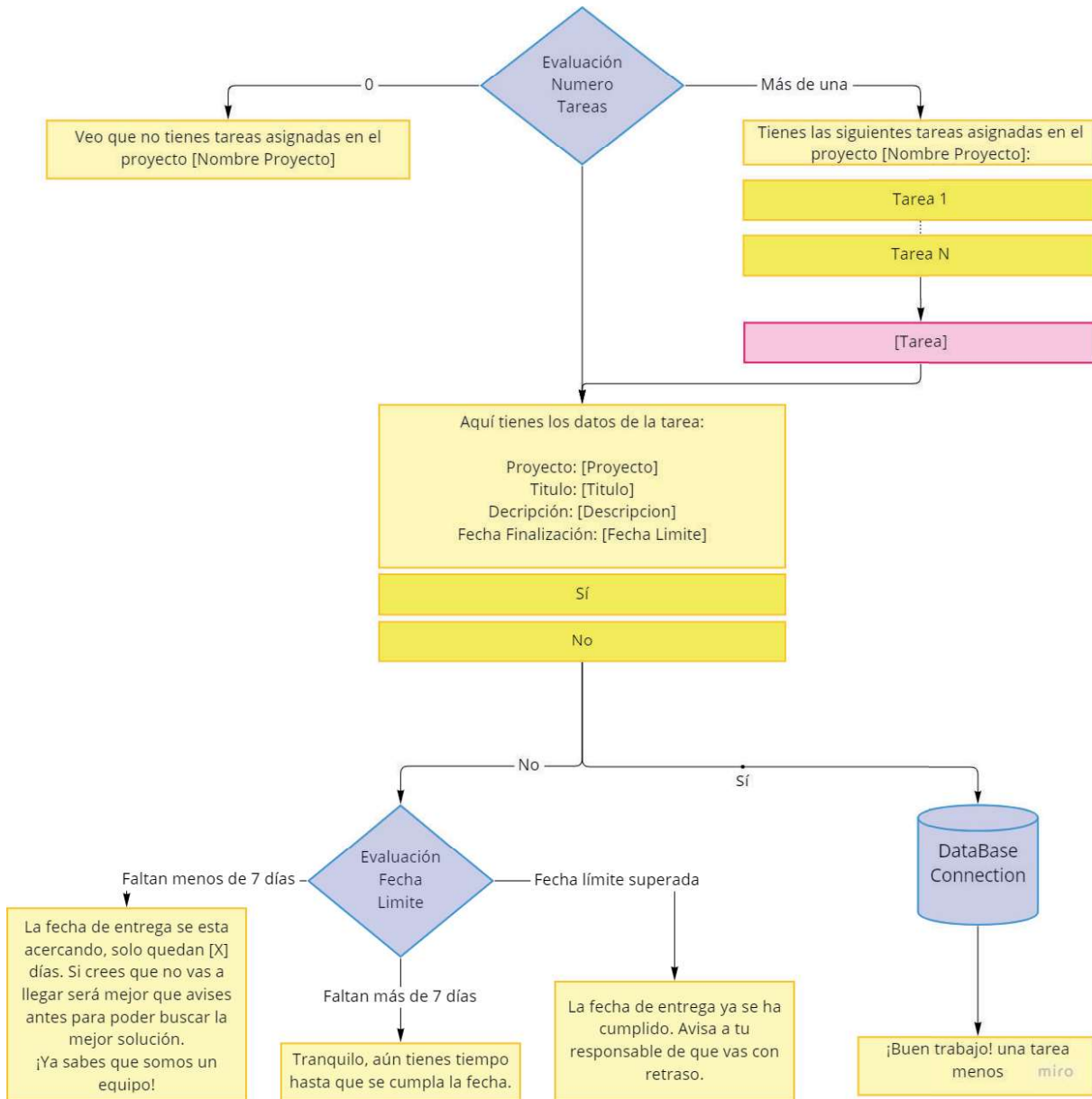


Figura 66: Ver Tareas (II)

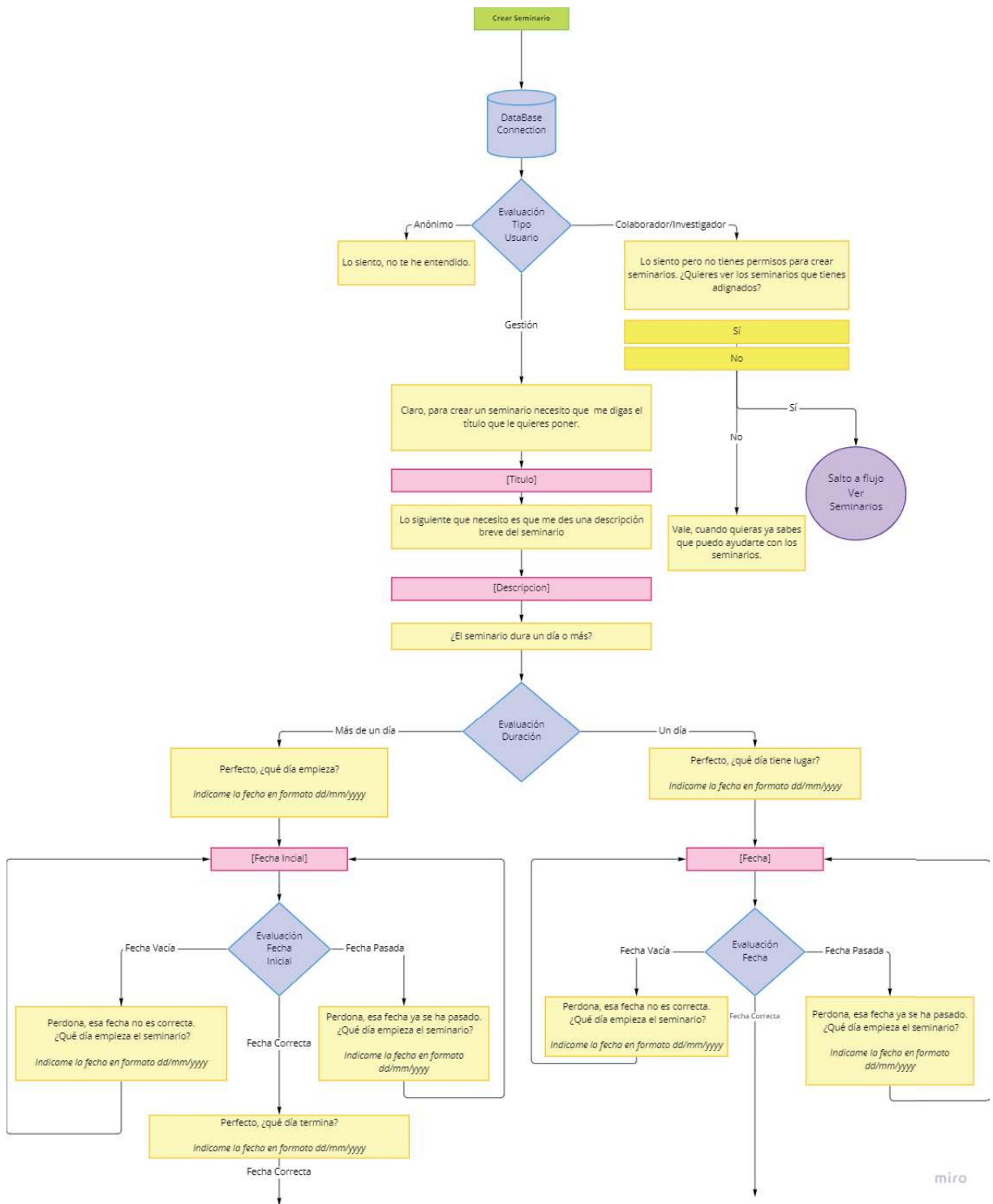


Figura 67: Crear Seminario (I)

# 11 - ANEXOS O APÉNDICES

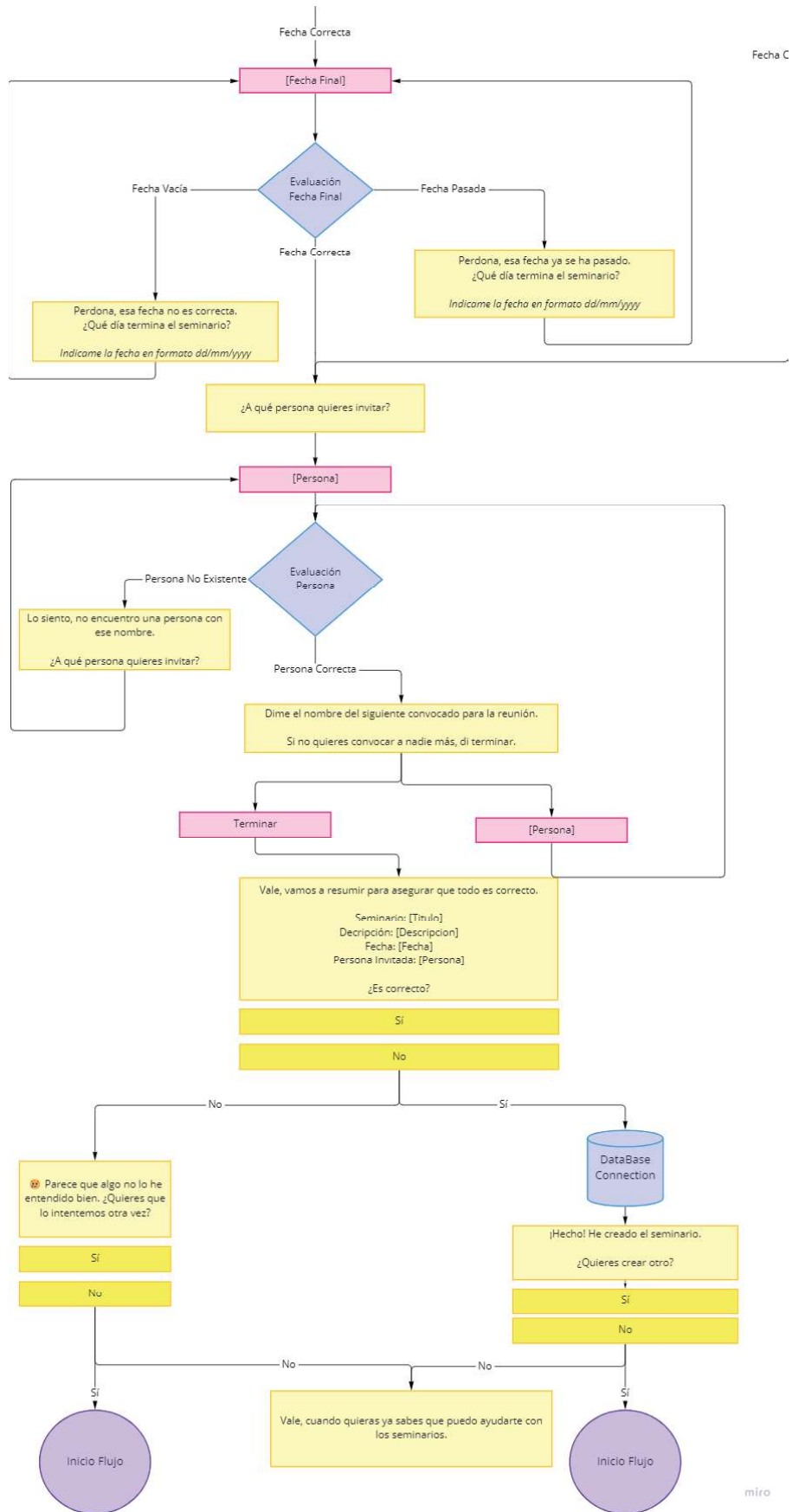


Figura 68: Crear Seminario (II)

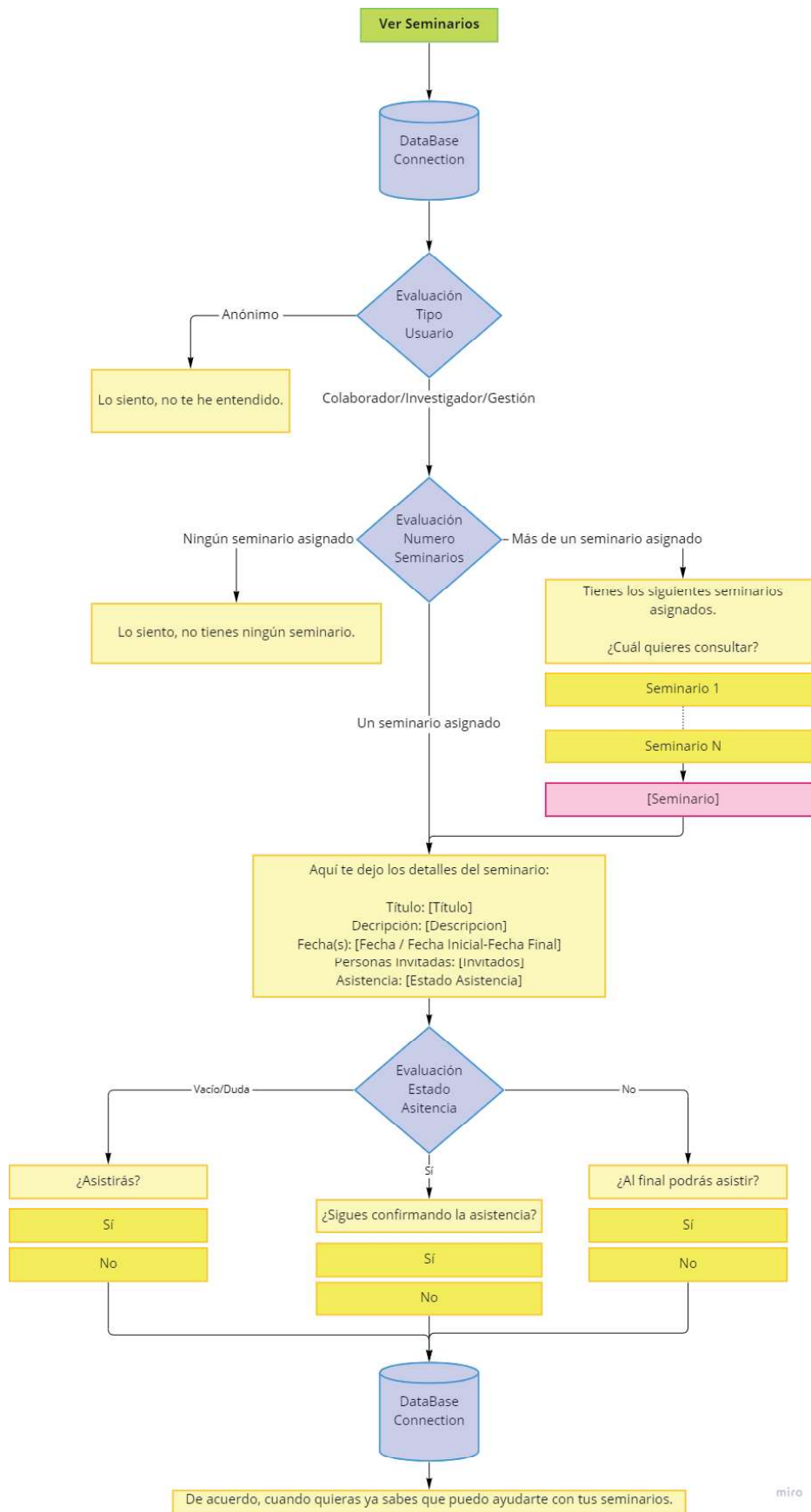


Figura 69: Ver Seminarios

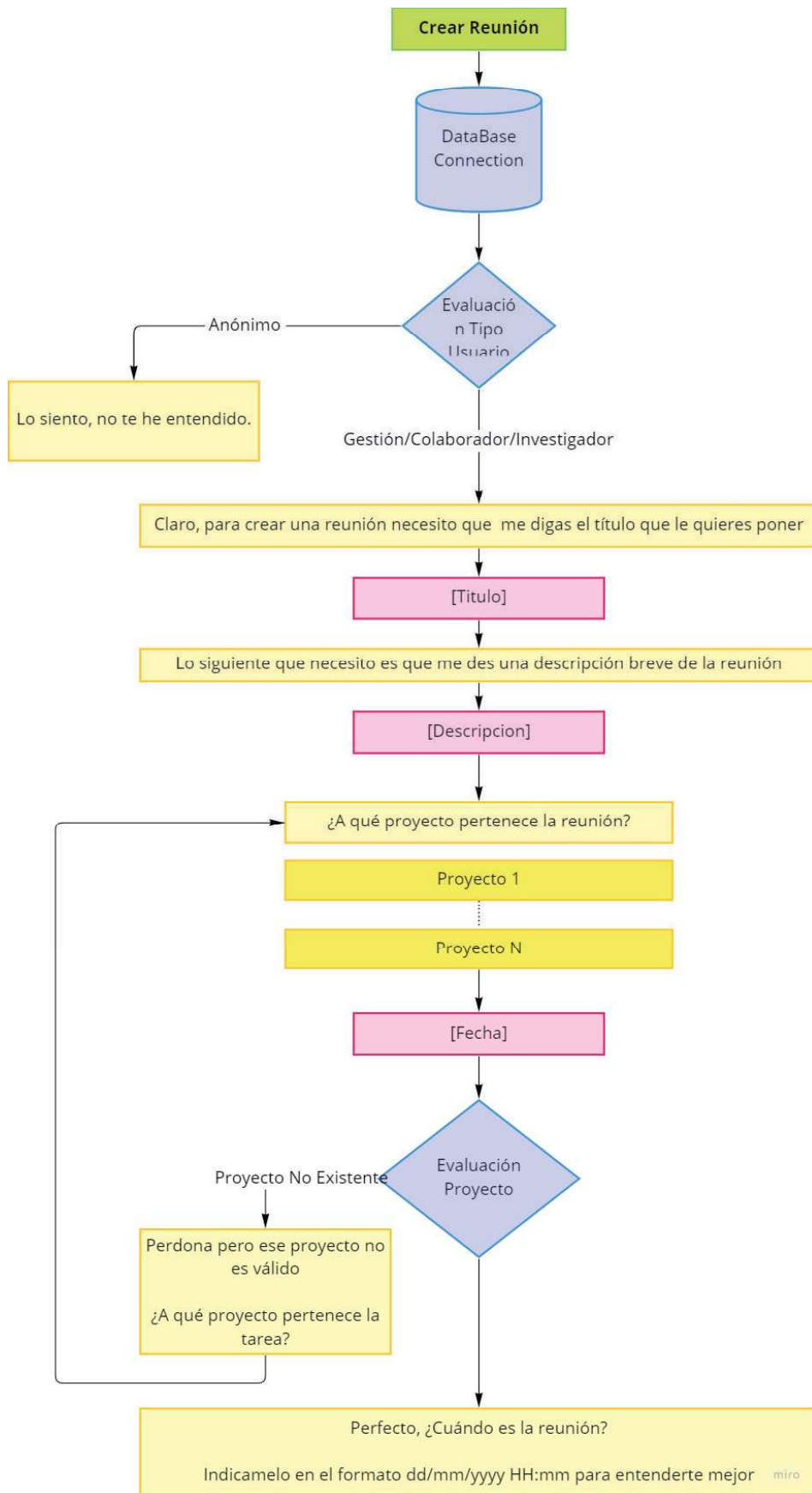


Figura 70: Crear Reunión (1)

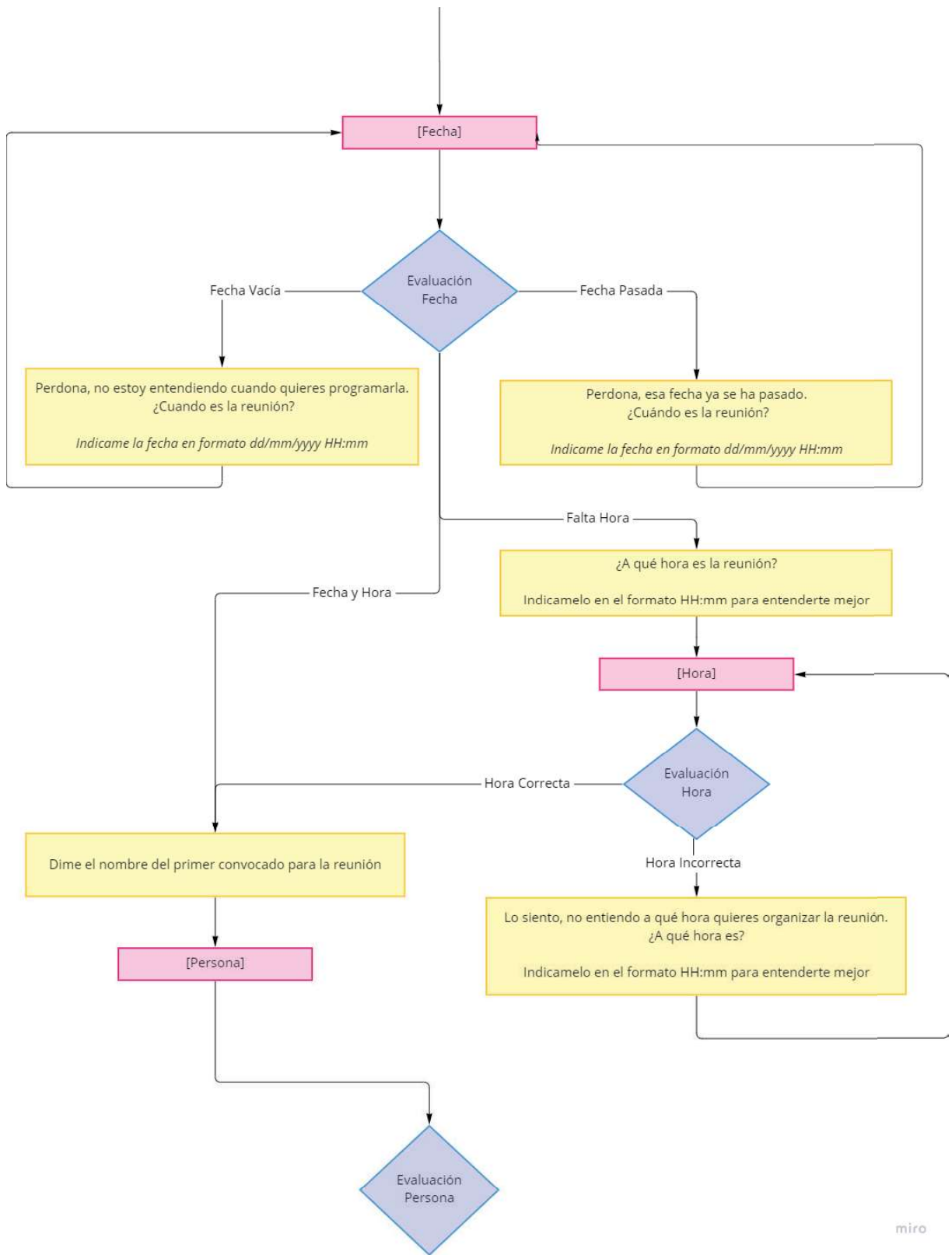


Figura 71: Crear Reunión (II)

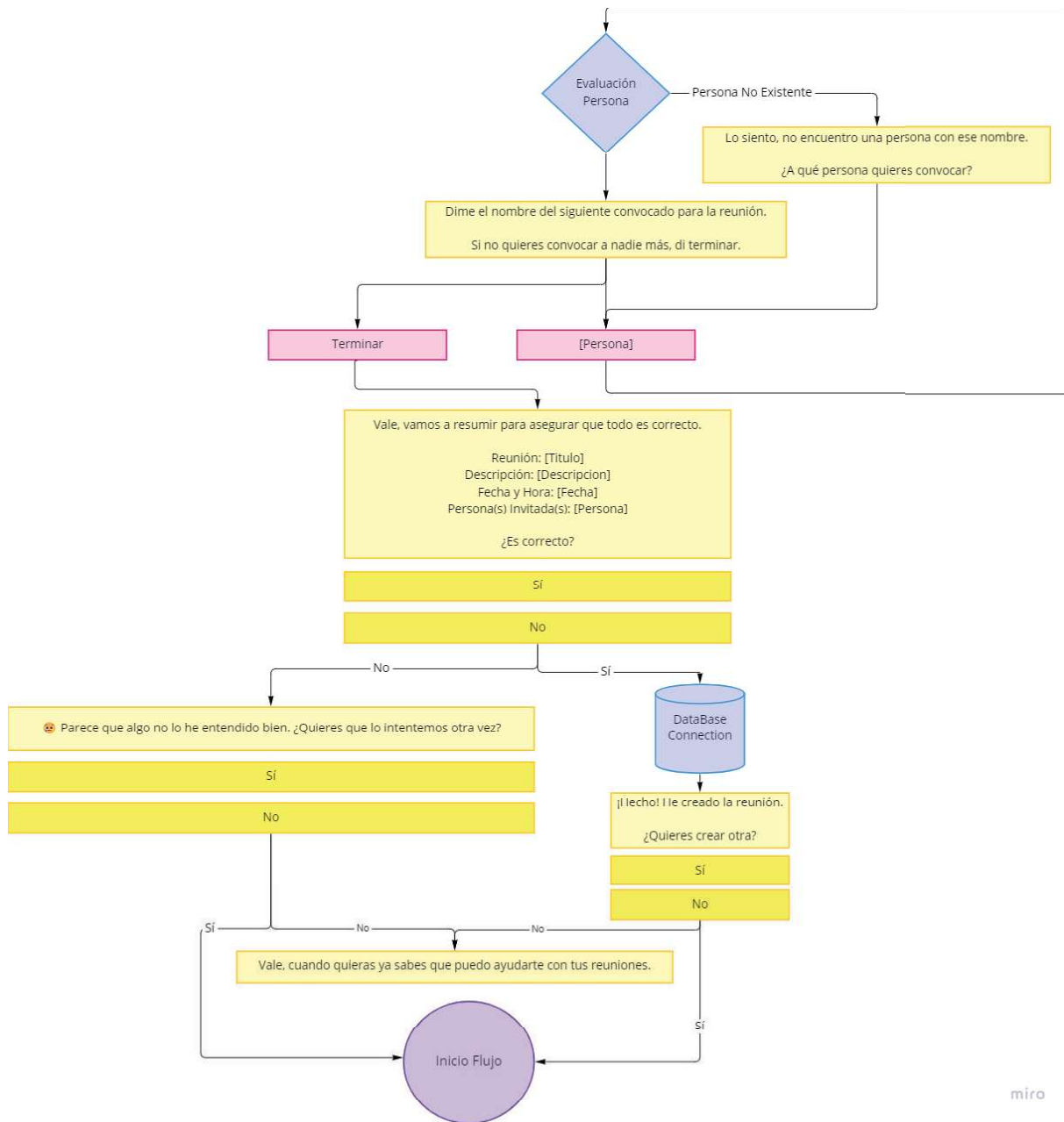
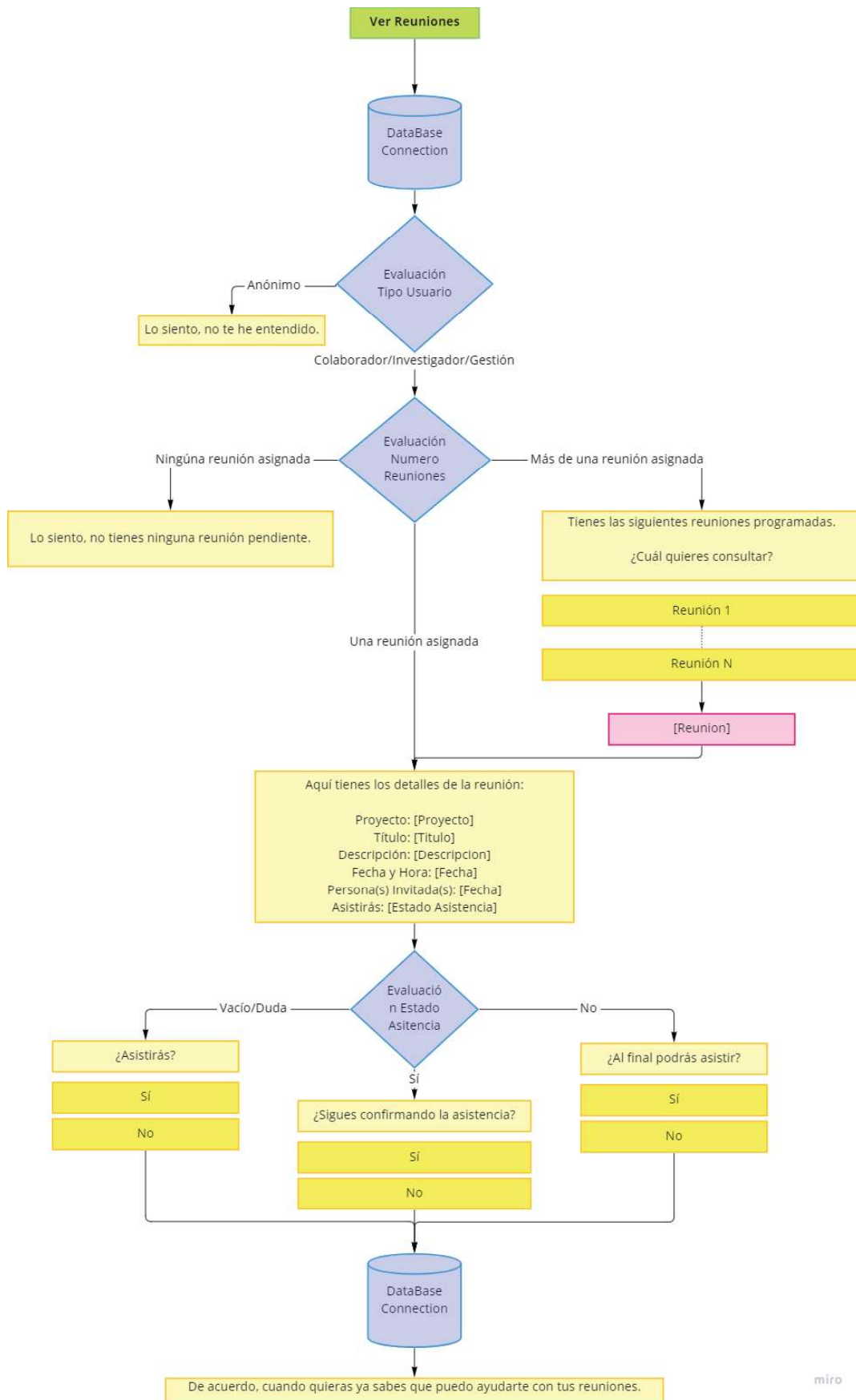


Figura 72: Crear Reunión (III)



miro

Figura 73: Ver Reuniones

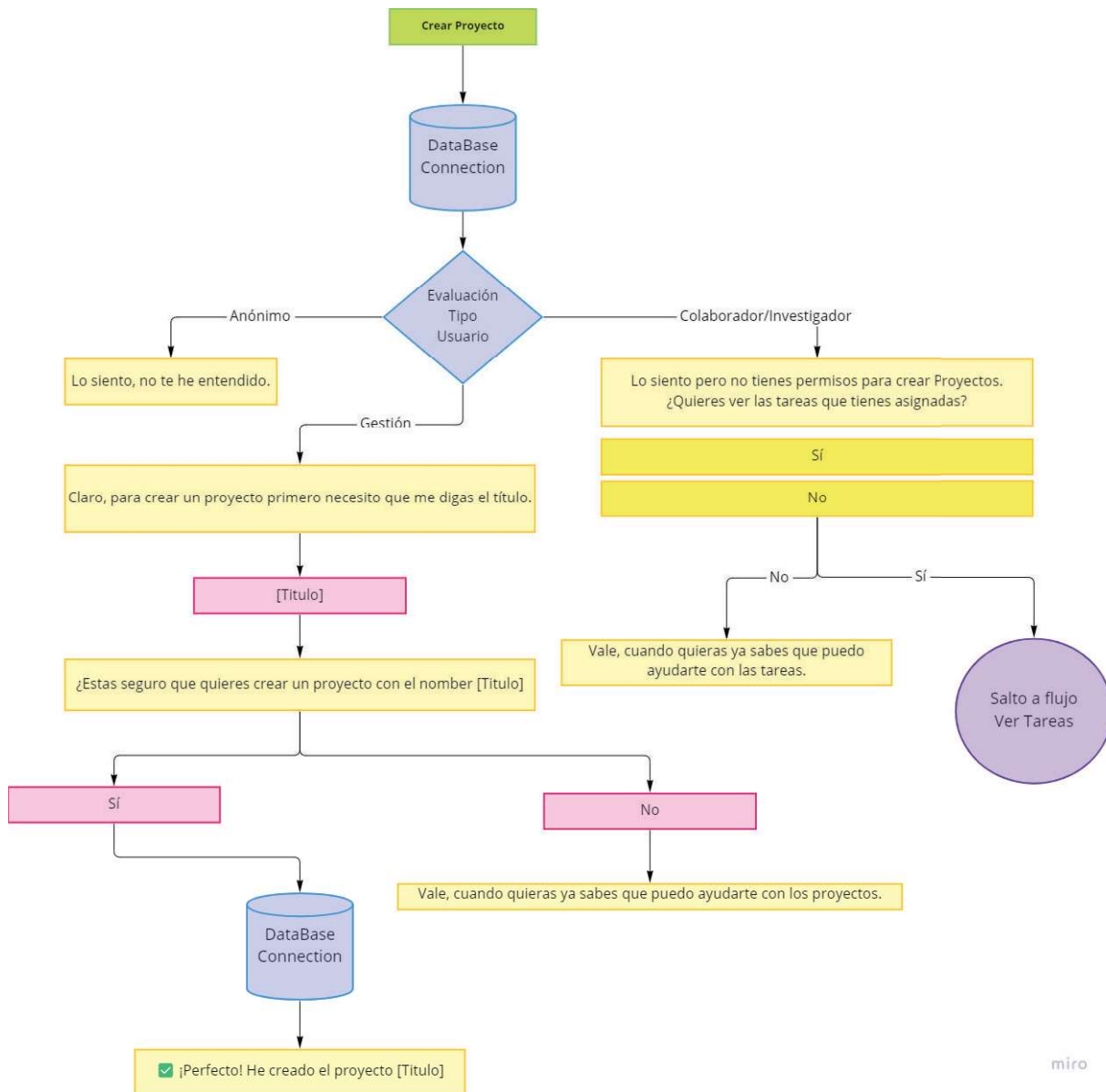
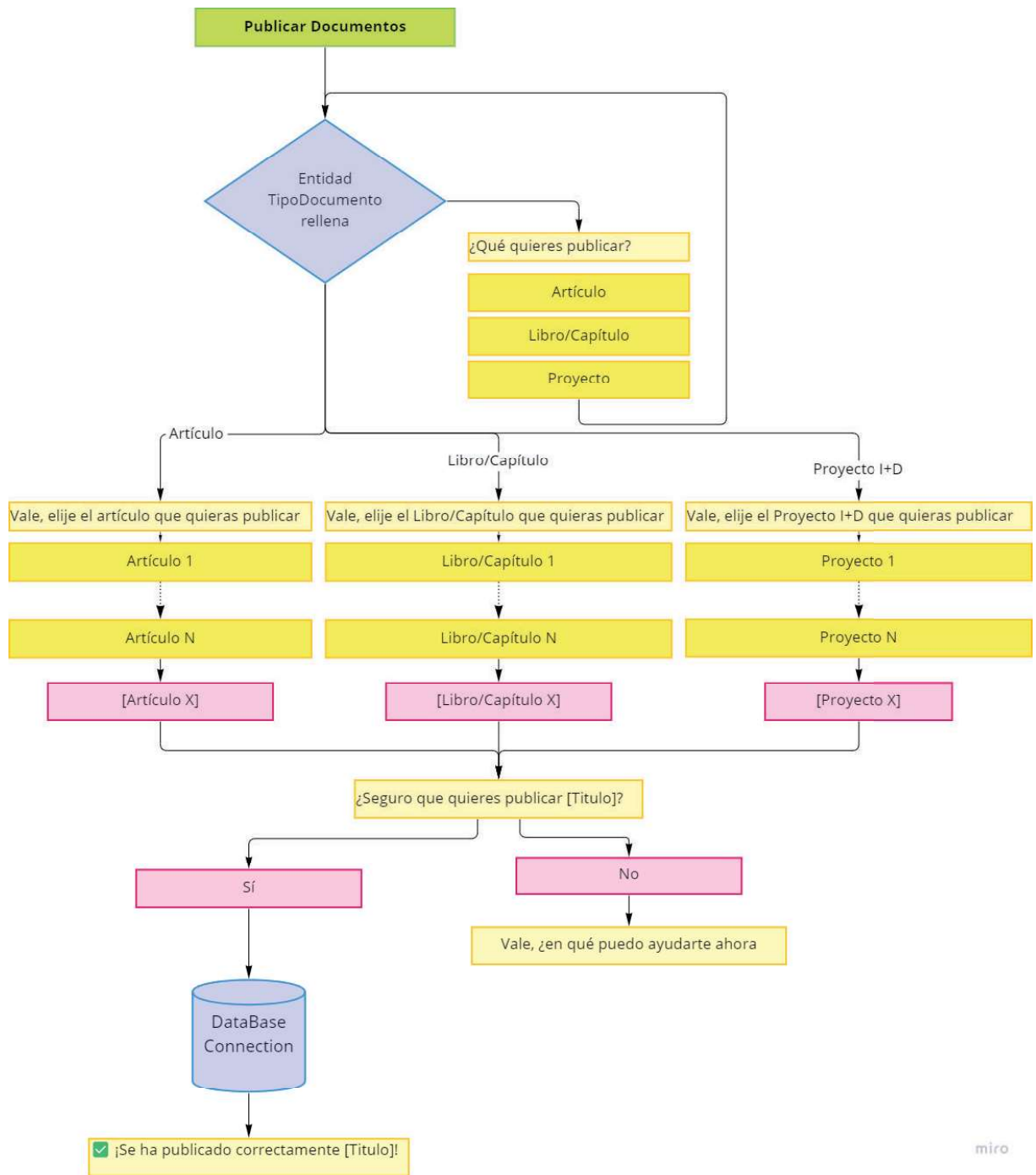


Figura 74: Crear Proyecto



miro

Figura 75: Publicar Documentos

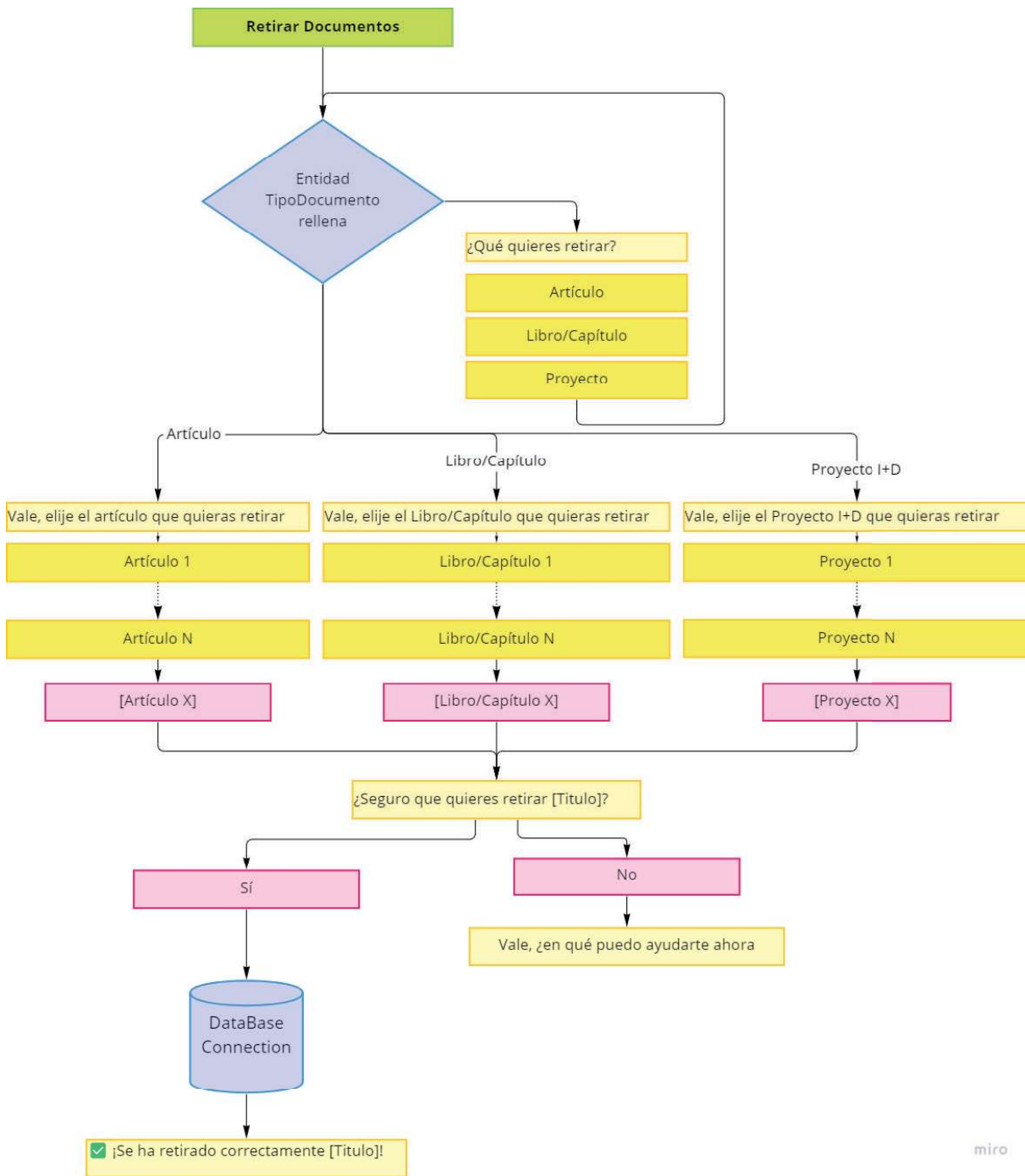


Figura 76: Retirar Documentos

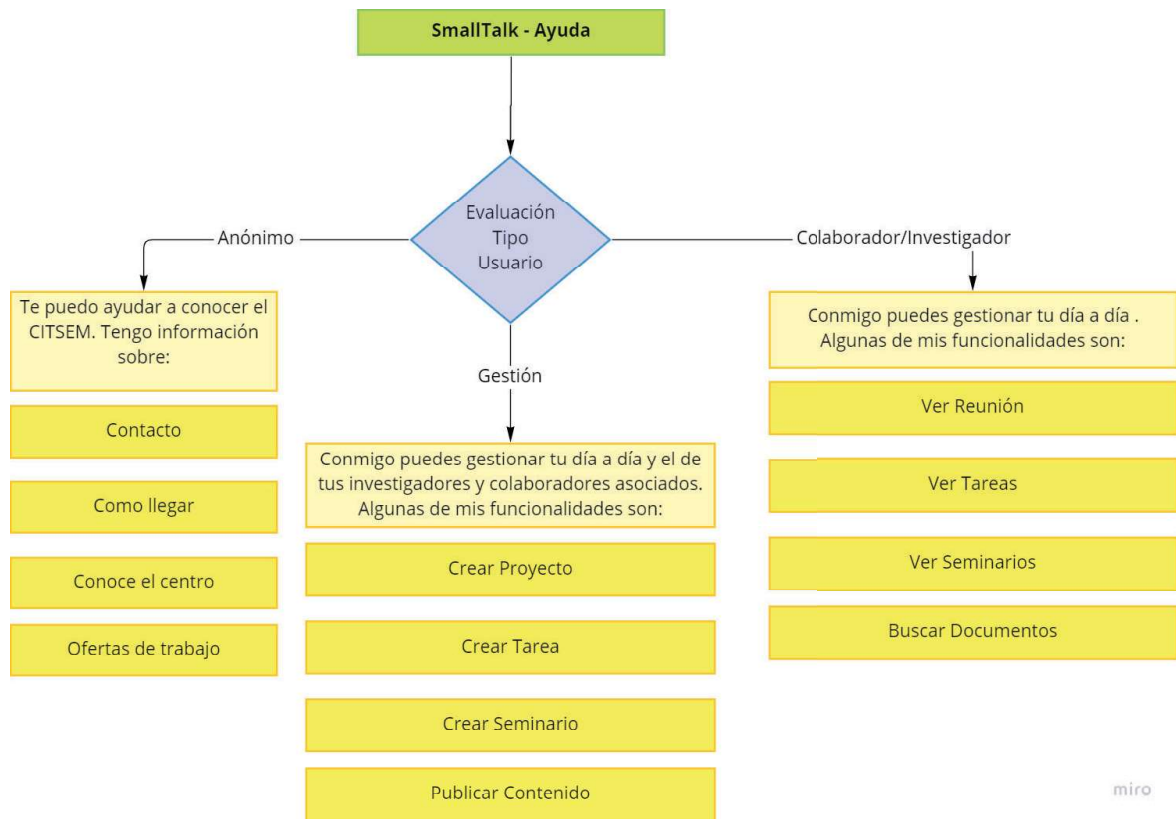


Figura 77: SmallTalk – Ayuda

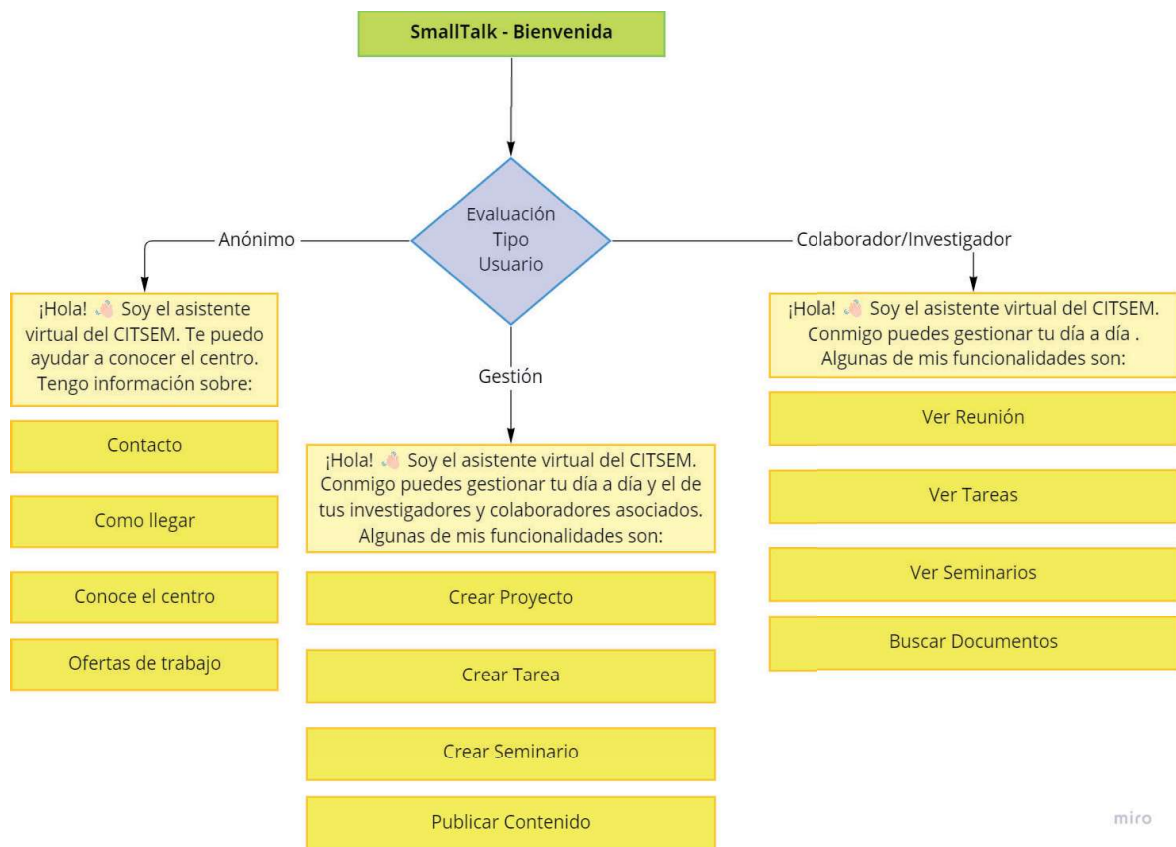


Figura 78: SmallTalk – Bienvenida

## 11 - ANEXOS O APÉNDICES

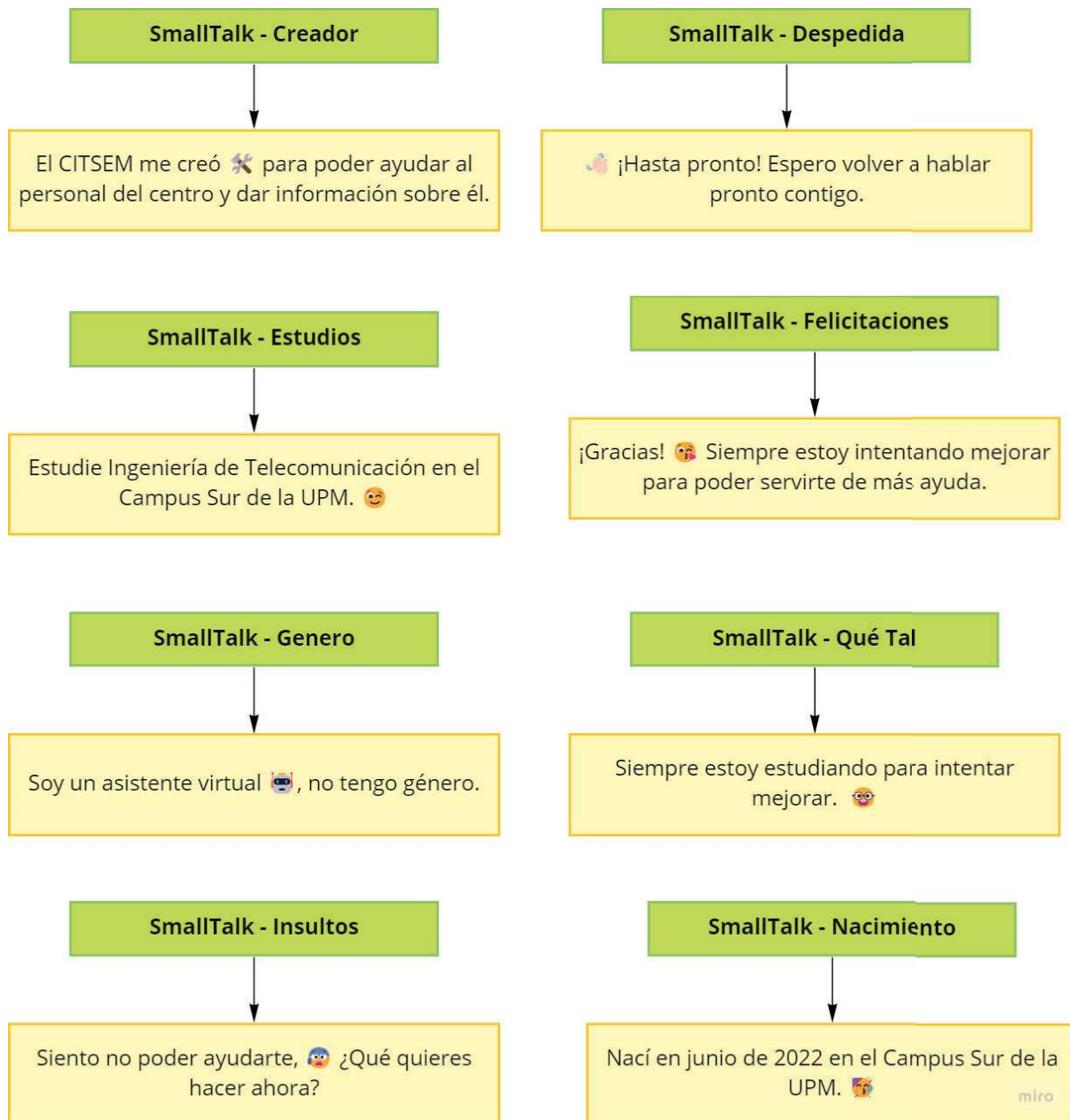


Figura 79: SmallTalk