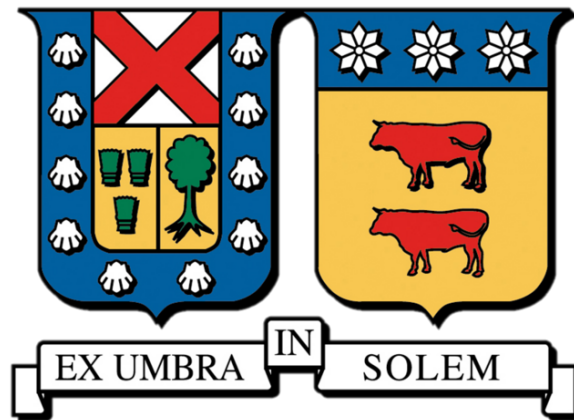


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE AERONÁUTICA
SANTIAGO - CHILE



DISEÑO DE UN ASISTENTE VIRTUAL PARA OPTIMIZAR LA
COMUNICACIÓN ENTRE TRIPULACIONES Y EL EJECUTIVO DE
TURNO DE UNA AEROLÍNEA

MARIA DEL MAR ROLDAN BONILLA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA EN AVIACIÓN COMERCIAL

PROFESOR GUÍA: SR. CRISTIAN CARVALLO G.
PROFESOR CORREFERENTE: SR. MARTIN POTTERS

Marzo – 2026

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: DISEÑO DE UN ASISTENTE VIRTUAL PARA OPTIMIZAR LA COMUNICACIÓN ENTRE TRIPULACIONES Y EL EJECUTIVO DE TURNO DE UNA AEROLÍNEA.

Nombre del candidato(a): MARIA DEL MAR ROLDAN BONILLA

Carrera / Grado: INGENIERÍA EN AVIACIÓN COMERCIAL

Campus: Santiago Vitacura ; **Departamento:** AERONÁUTICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Cristian Carvallo, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 11/03/2026 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 11/03/2026 ; **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

Antes de comenzar este trabajo, quiero agradecer profundamente
a mi mamá, por su apoyo incondicional y por la
confianza que siempre ha depositado en mí.

RESUMEN

En la industria aeronáutica, mantener una operación eficiente y una comunicación clara es clave para el buen funcionamiento diario. En el contexto actual de una aerolínea, este proceso se ve sobrecargado por una alta demanda de consultas operativas relacionadas con asignaciones de vuelo, períodos de descanso, reglamentación, licencias y cambios de jefatura. Estas solicitudes se canalizan principalmente a través de llamadas telefónicas y mensajes de WhatsApp, generando una saturación permanente del canal de comunicación con más de 100 mensajes diarios y un promedio de 30 llamadas sin responder por turno lo que interrumpe la gestión operativa y afecta la capacidad de respuesta del ejecutivo en tareas críticas de planificación y control de la operación.

Frente a esta problemática, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar la factibilidad e impacto de implementar un sistema de comunicación disponible 24/7, capaz de interpretar consultas y entregar respuestas inmediatas basadas en información previamente validada, actuando como un filtro inteligente para la gestión de requerimientos recurrentes.

Se propone la aplicación de un asistente virtual (chatbot) basado en inteligencia artificial, entrenado específicamente para el área de roles de una aerolínea, como herramienta de apoyo a la gestión operativa, orientada a automatizar la atención de consultas frecuentes de tripulantes. La propuesta se sustenta bajo la necesidad de descongestionar los canales de comunicación, reducir la carga operativa del ejecutivo de turno y mejorar la eficiencia en la gestión de la información operacional.

El desarrollo del proyecto se estructuró bajo la metodología Lean Startup, dividiéndose en cuatro hitos principales: (1) análisis del funcionamiento interno de la aerolínea y caracterización de las consultas más frecuentes de las tripulaciones; (2) selección de la plataforma tecnológica y del modelo de lenguaje más adecuado según criterios de costo y funcionalidad; (3) construcción de una base de conocimiento estructurada que integró normativa vigente, acuerdos sindicales, reglamentación operacional y restricciones internas de la compañía; y (4) implementación de un Producto Mínimo Viable (PMV) y ejecución de pruebas piloto en un entorno controlado.

Para la evaluación del desempeño del asistente virtual se definieron indicadores clave de desempeño (KPI), entre los que se incluyeron el porcentaje de asertividad del chatbot, la reducción porcentual del tiempo de respuesta, la tasa de resolución automática, y el indicador de costo operativo. Adicionalmente, se aplicaron encuestas de satisfacción a las tripulaciones, se evaluó el desempeño del sistema mediante métricas de interacción y se midió el ahorro estimado de horas-hombre en la gestión operativa.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que la implementación del asistente virtual contribuye significativamente a la optimización de los procesos de comunicación interna. El chatbot presentó un tiempo promedio de respuesta de 3 segundos, frente a un tiempo promedio de 97 segundos en la atención humana directa por parte del ejecutivo de turno, lo que representa una mejora de eficiencia de aproximadamente 32 veces en la velocidad de respuesta. Esta optimización permitió una reducción estimada de 10,55 horas mensuales en el tiempo total destinado a la resolución de consultas operativas por parte del ejecutivo, carga que pasa a ser absorbida por el sistema automatizado.

El sistema alcanzó además un 76% de aceptación por parte de las tripulaciones, superando la meta inicial del 60% establecida como criterio de validación del proyecto. De esta forma, el chatbot se consolida como una herramienta estratégica de apoyo a la operación, especialmente en contextos de alta demanda y contingencia operacional.

Palabras clave: Asistente virtual, gestión de roles, contingencia operativa, chatbot.

ABSTRACT

In the aviation industry, maintaining efficient operations and clear internal communication is essential for daily performance. In the current context of an airline, this process is overloaded by a high volume of operational inquiries related to flight assignments, rest periods, regulatory compliance, leave management, and crew leadership changes. These requests are mainly channeled through phone calls and WhatsApp messages, generating permanent saturation of communication channels, with more than 100 messages per day and an average of 30 unanswered calls per shift, which disrupts operational management and directly affect the executive's ability to respond to critical planning and operational control tasks.

In response to this problem, this study aimed to analyze the feasibility and impact of implementing a 24/7 automated communication system capable of interpreting operational queries and delivering immediate responses based on previously validated information, acting as an intelligent filter for the management of recurrent requests.

The project proposes the implementation of an artificial intelligence-based virtual assistant (chatbot), specifically trained for the airline crew scheduling area, as a support tool for operational management, aimed at automating the handling of frequent crew inquiries. This proposal is grounded in the need to decongest communication channels, reduce the operational workload of the duty executive, and improve efficiency in operational information management.

The development of the project was structured under the Lean Startup methodology, divided into four main milestones: (1) analysis of the airline's internal operational processes and characterization of the most frequent crew inquiries; (2) selection of the technological platform and language model based on cost and functionality criteria; (3) construction of a structured knowledge base integrating current regulations, union agreements, operational regulations, and internal company constraints; and (4) implementation of a Minimum Viable Product (MVP) and execution of pilot tests in a controlled environment.

To evaluate the performance of the virtual assistant, Key Performance Indicators (KPIs) were defined, including the chatbot accuracy rate, percentage reduction in response time,

automated resolution rate, and operational cost indicator. In addition, crew satisfaction surveys were applied, system performance was evaluated through interaction metrics, and the estimated savings in man-hours in operational management were measured.

The results demonstrate that the implementation of the virtual assistant significantly contributes to the optimization of internal communication processes. The chatbot achieved an average response time of 3 seconds, compared to an average of 97 seconds for direct human response by the duty executive, representing an efficiency improvement of approximately 32 times in response speed. This optimization resulted in an estimated monthly reduction of 10.55 hours in the total time allocated by the executive to resolving operational queries, workload that is now absorbed by the automated system.

Additionally, the system achieved a 76% acceptance rate among crew members, exceeding the initial target of 60% established as the project validation criterion. Thus, the chatbot is consolidated as a strategic operational support tool, particularly in contexts of high demand and operational contingency.

Keywords: Virtual assistant, crew scheduling management, operational contingency, chatbot, operational optimization.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES	11
1.1 JUSTIFICACIÓN	11
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo General:	13
1.2.2 Objetivos Específicos:	13
1.3 METODOLOGÍA Y TEORÍA A UTILIZAR	14
1.4 ALCANCE	15
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE	17
2.1 ANTECEDENTES	17
2.1.1 Análisis VRIO de la aerolínea	17
2.1.2 Análisis FODA del ejecutivo de turno	19
2.2 CONCEPTOS CLAVE	21
2.3 CASOS SIMILARES DE REFERENCIA	26
2.4 METODOLOGÍAS	30
2.5 MARCO TEÓRICO	33
2.5.1 Metodologías	33
2.5.2 Herramientas	36
2.6 PROPUESTA METODOLÓGICA	40
CAPÍTULO 3: DESARROLLO	43
3.1 COMPRENDER EL FUNCIONAMIENTO ACTUAL	43
3.1.1 Diagramas de flujo	43
3.1.2 Encuestas	46
3.1.3 Mapa de empatía	47
3.2. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	48
3.2.1 Carta Gantt	49
3.3 MODELO DEL ASISTENTE VIRTUAL	49
3.3.1 Base de datos: Creación de F&Q	49
3.3.2 Selección del modelo de lenguaje	50

3.3.3 Elección del modelo	52
3.4 MÉTRICAS	55
Etapas 1	55
3.4.1 PMV en entorno real	55
3.4.2 Encuesta de satisfacción	56
3.4.3 Análisis de resultados	57
3.5 VALIDAR HIPÓTESIS	58
3.5.1 Matriz de validación de hipótesis	59
3.5.2 Alfa de Cronbach	59
3.6 MEJORAR PMV	60
Etapas 2	60
3.6.1 PMV en entorno real	60
3.6.2 Encuesta de satisfacción	60
3.6.3 Análisis de resultados	61
3.6.4 Matriz de validación	62
3.6.5 Pruebas internas	64
3.6.6 Indicadores	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
ANEXOS	74
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	87

INTRODUCCIÓN

Un asistente virtual de acuerdo con S.García (2019) puede definirse como “un programa que sirve para establecer una conversación entre personas y un bot a través de mensajes de texto o mensajes orales y que está programado tanto para responder preguntas sobre temas específicos como para realizar acciones que las personas ordenan a través del chat; de este modo, un chatbot puede informar sobre los servicios de una empresa, los precios de distintos productos, ofrecer orientación turística e incluso tramitar un pago autorizado por el cliente con quien dialoga.”

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo de asistente virtual destinado a funcionar como un canal de autoatención automatizado y disponible 24/7 para los tripulantes de una aerolínea. Este asistente busca facilitar la resolución de dudas operativas, proporcionar acceso inmediato a información relevante sobre roles y procedimientos, y agilizar la comunicación con el área de roles, contribuyendo así a una operación más eficiente.

Para su desarrollo, se realiza un análisis del funcionamiento actual de la empresa, identificándose un modelo de comunicación altamente dependiente de la atención humana, lo que genera una sobrecarga laboral para el ejecutivo de turno, quien debe responder simultáneamente consultas operativas, gestionar contingencias, y mantener el control operacional, lo que provoca, pérdida de continuidad en los procesos críticos. A partir de este diagnóstico, se propone un modelo de asistente virtual basado en inteligencia artificial, implementado en Python, capaz de integrarse en la operación diaria y de ser evaluado en un entorno controlado para validar su desempeño.

El propósito final de esta investigación es determinar si la incorporación de esta herramienta permite reducir de manera significativa la carga operativa del ejecutivo de turno. Para ello, se consideran métricas cuantitativas y cualitativas, tales como el volumen diario de llamadas, su duración promedio, el número de consultas resueltas eficazmente por el chatbot y el nivel de satisfacción de los tripulantes obtenido mediante encuestas. Se espera demostrar una optimización estimada entre un 40% y un 60% en la carga operativa, evidenciando el potencial del asistente virtual como apoyo al proceso de gestión y comunicación interna.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1.1 JUSTIFICACIÓN

En 2025, la inteligencia artificial (IA), los asistentes virtuales cognitivos o chatbots, han demostrado ser herramientas eficaces para mejorar la comunicación y la eficiencia en diversas organizaciones, incluyendo aerolíneas. Tal como se identifica el chatbot “Boti” de Turkish Airlines que ofrece disponibilidad de vuelos, promociones, asistencia para el check-in, actualizaciones del estado de los vuelos y respuesta a preguntas frecuentes. Los chatbots tienen la capacidad de ofrecer respuestas rápidas y concisas a preguntas frecuentes, automatizar procesos y actuar como un soporte eficiente en momentos de alta demanda.

De acuerdo con Business Research (2024) se espera que para el año 2032 el mercado de asistentes virtuales alcance los USD 19,27 MM desde los \$3,07 MM de 2023 con una tasa de crecimiento anual de 22,3% durante el periodo pronosticado.

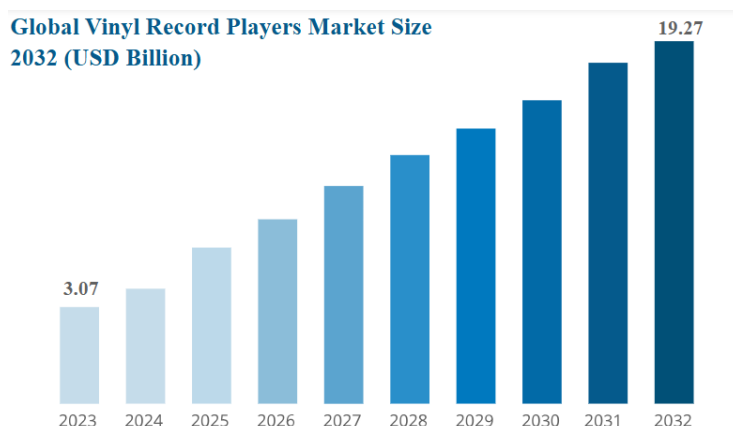


Figura 1: pronóstico del tamaño global hasta el año 2032 del mercado de asistentes virtuales.
Fuente: Business Research 2024

Actualmente durante el año 2025, en las aerolíneas chilenas, las consultas que realizan los tripulantes respecto a la operación se gestionan directamente con el ejecutivo de roles. Este cargo opera las 24 horas del día, los 7 días de la semana, con una dotación de personal que generalmente consiste en una persona por turno (mañana, tarde y noche).

En el caso particular de una aerolínea, que por privacidad de la empresa no se puede mencionar el nombre, tripulantes de mando y cabina mantienen una comunicación constante

con el ejecutivo de turno principalmente a través de WhatsApp. En este canal se resuelven dudas y se realizan requerimientos relacionados a periodos de descanso, asignaciones de vuelo, cambios de rol y solicitudes personales como licencias. El teléfono de la compañía cuenta con 6.919 contactos, en la llegada a cada turno hay un promedio de 30 llamadas sin respuesta entre el turno de la mañana y de la tarde, más de 100 mensajes al día y un promedio de 10 mensajes sin responder para cada turno.

El ejecutivo tiene bajo su responsabilidad el monitoreo continuo de la operación durante un horizonte de 48 horas, cubriendo las cuatro bases en las que opera la aerolínea. Entre sus funciones se encuentran la asignación de tripulaciones, el cumplimiento de legalidades, normativas y sindicatos, envío de movimiento diario de tripulaciones para cada base, responder dudas de los tripulantes, jefaturas y la atención a cualquier tipo de contingencia, por lo que dejar esta cantidad de tareas a un solo recurso pone en evidencia la necesidad de mejorar y optimizar los canales de comunicación para prevenir errores humanos como respuestas tardías o malinterpretaciones.

Desde una perspectiva de optimización de procesos, se identifica una oportunidad para automatizar parcialmente el flujo de comunicación a través de inteligencia artificial capaz de entender y dar respuesta a preguntas frecuentes.

Frente a este panorama, se propone la implementación de un asistente virtual capaz de automatizar la atención de preguntas frecuentes y entregar información operativa de forma constante y en tiempo real. Esta solución resulta adecuada debido a que se esperaría que pueda reducir tiempos de espera y garantizar disponibilidad continua, incluso fuera del horario de alta demanda. Su efectividad podría evidenciarse mediante la reducción en los tiempos de respuesta, el aumento en la precisión y consistencia de la información entregada, y la mejora en los niveles de satisfacción reportados por los usuarios. De esta forma, el asistente no solo contribuye a aliviar la carga operativa, sino que permitiría que el ejecutivo de turno concentre sus esfuerzos en tareas críticas que sí requieren intervención humana directa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Diseñar un asistente virtual basado en inteligencia artificial para la gestión de consultas operacionales de los tripulantes de una aerolínea, con el fin de optimizar los canales de comunicación entre tripulantes y ejecutivo de turno.

1.2.2 Objetivos Específicos:

1. Analizar el funcionamiento del sistema actual de comunicación entre el ejecutivo de turno y los tripulantes de una aerolínea con el fin de comprender su dinámica y detectar posibles áreas de mejora.
2. Identificar y clasificar las consultas más frecuentes que realizan los tripulantes a un ejecutivo de turno con el propósito de establecer qué tipo de consultas puede responder un asistente virtual sin la intervención humana.
3. Construir un base de datos que incluya normativa, acuerdos sindicales, reglamentación vigente y procedimientos operativos de la aerolínea con el fin de garantizar respuestas precisas y consistentes.
4. Diseñar un prototipo de asistente virtual capaz de interpretar consultas de tripulaciones y entregar respuestas congruentes de forma automática.
5. Evaluar el desempeño del asistente virtual integrado en un entorno controlado de la operación diaria dentro de la aerolínea, utilizando indicadores de calidad de servicio y eficiencia operativa, incluyendo encuestas de satisfacción aplicadas a los tripulantes, la tasa de resolución del chatbot, tiempo medio de resolución y el ahorro de horas-hombre estimado.

1.3 METODOLOGÍA Y TEORÍA A UTILIZAR

Para cumplir con los objetivos propuestos y guiar el desarrollo del asistente virtual, se propone seguir 5 etapas para evaluar el proceso,

Etapas 1: Comprender el funcionamiento actual de la aerolínea

- La idea principal de este proceso es entender el funcionamiento actual de la empresa y en específico la comunicación actual entre las tripulaciones y el ejecutivo de turno a través de diagramas de flujo y análisis VRIO para entender el funcionamiento general de la empresa.
- Una vez se analiza el contexto actual, se procede a definir las expectativas que tienen los tripulantes frente al uso de un chatbot, definir qué tipo de preguntas esperan resolver y que tan intuitiva debe ser la experiencia de uso, para esto se utilizan encuestas realizadas a los tripulantes y se analiza a través de la herramienta mapa de empatía.

Etapas 2: Sintetizar la información

- En este proceso el objetivo principal es analizar los datos recopilados y categorizar.
- Este proceso parte por identificar el perfil del usuario, considerando criterios como la base operativa, el rol dentro de la tripulación (capitán, primer oficial o tripulante de cabina) y su afiliación sindical, si corresponde.
- Segmentación temática de las consultas según el tipo de requerimiento: instrucción, periodos de descanso y normativas aplicables.
- Establecimiento de preguntas y respuestas estandarizadas, asociados a cada tipo de consulta, en función de la normativa vigente, acuerdos sindicales y políticas.

Etapas 3: Idea del modelo

- En este proceso el objetivo principal es proponer potenciales soluciones para satisfacer las expectativas de los tripulantes a través del uso de inteligencia artificial.
- A partir de la información recopilada y clasificada obtener una opción que pueda satisfacer la optimización de comunicación entre los tripulantes y el ejecutivo de turno.

- Como propuesta de un chatbot utilizando inteligencia artificial y un procesamiento de lenguaje natural.

Etapa 4: Diseño de la arquitectura

- En este proceso se materializan las ideas generadas en la fase de ideación.
- Se desarrollará una base de datos que consolide la información necesaria para el funcionamiento del asistente virtual. Esta incluirá normativa del país vigente, un registro de las preguntas frecuentes y un glosario de términos técnicos propios del área. Esta estructura permitirá alimentar el asistente virtual creado a partir de inteligencia artificial.

Etapa 5: Pruebas y validación

- En este proceso el objetivo es crear un prototipo de asistente virtual a base de inteligencia artificial entrenado con una base de datos que pueda ser utilizado por las tripulaciones.
- Una vez creado el prototipo se van a establecer pruebas piloto con los usuarios y se va a estudiar cómo responde el sistema, obteniendo un feedback por parte de los tripulantes y analizando posibles áreas de mejora.

1.4 ALCANCE

El enfoque de este estudio es de tipo exploratorio, dado que no existen datos previos del uso de asistentes virtuales para mejorar la comunicación operativa con los tripulantes dentro de una aerolínea en Chile. Aunque ya se han implementado chatbots en el sector como Amelia para la aerolínea LATAM, están orientados a atender al cliente externo. Por eso, aplicar esta tecnología al área interna de operaciones representa una oportunidad para investigar y proponer soluciones innovadoras.

Además, es importante señalar que este proyecto se desarrollará durante el año 2025 y posiblemente se extienda a inicios de 2026, en función de los tiempos requeridos para la entrega final del proyecto. Sin embargo, debido a la naturaleza del desarrollo tecnológico, especialmente en la Fase 4 (pruebas y validación), es posible que se presenten ajustes o

retrocesos hacia etapas anteriores si el asistente virtual no funciona correctamente, lo que podría generar retrasos en los plazos originalmente planificados.

También se debe considerar que la implementación del chatbot contempla su aplicación en las cuatro bases donde opera una aerolínea, añadiendo información de reglamentación y convenios sindicales. Estas bases son:

- Chile (SCL – CPP)
- Colombia (BOG – MDE)
- Perú (LIM)
- Argentina (EZE – AEP)

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

El propósito de este capítulo es comprender el contexto en el cual se inserta la implementación de un asistente virtual aplicado al área de roles de una aerolínea. Para ello, se abordan tanto los antecedentes organizacionales y operativos como los fundamentos teóricos y conceptuales relacionados con el uso de tecnologías basadas en inteligencia artificial en entornos operacionales complejos.

2.1 ANTECEDENTES

Para describir la aerolínea a evaluar y el sector en el que se encuentra se va a realizar un análisis VRIO, esta herramienta estratégica permite evaluar los recursos y capacidades clave de la empresa, identificando aquellos que le otorgan ventajas sostenibles frente a sus competidores y contribuyen a su diferenciación en el mercado.

2.1.1 Análisis VRIO de la aerolínea

Recursos tangibles

- Flota: la flota actual de una aerolínea está compuesta por 49 aviones todas de la familia Airbus, A320neo, A321neo y A320ceo, siendo esta la más moderna de Sudamérica.
- Plataforma digital: la aerolínea cuenta con una página web intuitiva para la gestión de reservas, check-in, cambios de itinerario y servicios.
- Capital humano: la aerolínea cuenta con un equipo de aproximadamente 2.000 colaboradores distribuidos en sus cuatro bases operativas en Sudamérica, según datos de InvestChile. La aerolínea promueve una cultura organizacional basada en los principios de honestidad, transparencia y respeto, tal como lo establece su Código de Ética y Conducta.
- Capital bursátil: la aerolínea es una empresa privada respaldada por Indigo Partners y recientemente American Airlines. Su capital accionario según la tercera alcanza los \$326 millones de dólares en 2024.

Recursos intangibles

- Reconocimientos: Skytrax (2025) reconoció por tercera vez a la aerolínea como la mejor low-cost de Sudamérica en los World Airline Awards.
- Alianzas: Desde junio del presente año hizo una alianza con American Airlines que le permite a los pasajeros utilizar millas del programa AAdvantage® para canjear vuelos en toda la red de la aerolínea, convirtiéndola en la primera ULCC de la región integrada a un programa de fidelidad global según indico la revista económica.
- Cultura organizacional: Uno de los aspectos más distintivos de su fuerza laboral es su diversidad cultural y el compromiso con la autenticidad, el equipo está conformado por profesionales de más de 15 nacionalidades, lo que refleja el carácter inclusivo y global de la compañía. Esta riqueza multicultural ha sido reconocida oficialmente en 2024, cuando Una aerolínea obtuvo una alta calificación en el programa Compromiso Migrante, destacándose por sus políticas de integración, igualdad de oportunidades y respeto por la identidad de sus trabajadores.
- Innovación: según plantea la revista económica, la aerolínea lanzó este año, el primer plan de suscripción de vuelos en Sudamérica, con tarifas fijas mensuales desde \$16.000 para viajar dentro de Chile, Argentina, Perú o Colombia. Este modelo, inspirado en plataformas de streaming, responde a un nuevo tipo de viajero que busca flexibilidad y control de gastos.

Además, la aerolínea fortaleció su ecosistema digital con “Austral”, un asistente virtual basado en inteligencia artificial generativa que atiende más de 140.000 conversaciones mensuales en múltiples idiomas, automatizando hasta el 80% de las interacciones digitales enfocado a los clientes.

EVALUACIÓN DE VALOR

EVALUACIÓN DE RAREZA

Presencia regional: tiene filiales en Chile, Argentina, Perú y Colombia, lo que le permite diversificar ingresos y adaptarse a distintos mercados.

Alianzas estratégicas: Su asociación con otras aerolíneas le permite a los pasajeros acumular y canjear millas, integrándola a una red global de fidelización.

Gestión eficiente: Su modelo ultra low cost, y la experiencia de Indigo Partners en la industria les permite

- Ofrece servicios únicos en la región:
- Plan de suscripción mensual para vuelos, pionero en Sudamérica.
 - Austral (IA generativa): Asistente virtual para clientes que atiende más de 140.000 conversaciones mensuales en múltiples idiomas.

mantener tarifas competitivas sin sacrificar calidad operativa.

- Flota personalizada: Cada avión está decorado con animales emblemáticos de Sudamérica, reforzando su identidad regional

EVALUACIÓN DE IMITABILIDAD

EVALUACIÓN DE ORGANIZACIÓN

Cultura inclusiva: Su enfoque en diversidad, inclusión y desarrollo social está profundamente integrado en su ADN organizacional.

Su estrategia de costos ultra bajos combinada con eficiencia operativa y sostenibilidad crea una propuesta difícil de igualar en la región.

Cuenta con una estructura organizativa ágil, que le permite operar eficientemente en múltiples países.

La aerolínea ha demostrado capacidad para escalar rápidamente, triplicando su flota en tres años y expandiendo operaciones en mercados clave como Colombia y Brasil.

Tabla 1: Análisis VRIO para una aerolínea

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Análisis FODA del ejecutivo de turno

Para evaluar el funcionamiento del ejecutivo de turno del área de crew tracking se realiza un análisis FODA, esta herramienta permite identificar los factores internos y externos que influyen en su gestión, evaluando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que impactan directamente en la eficiencia operativa y la continuidad de la planificación diaria.

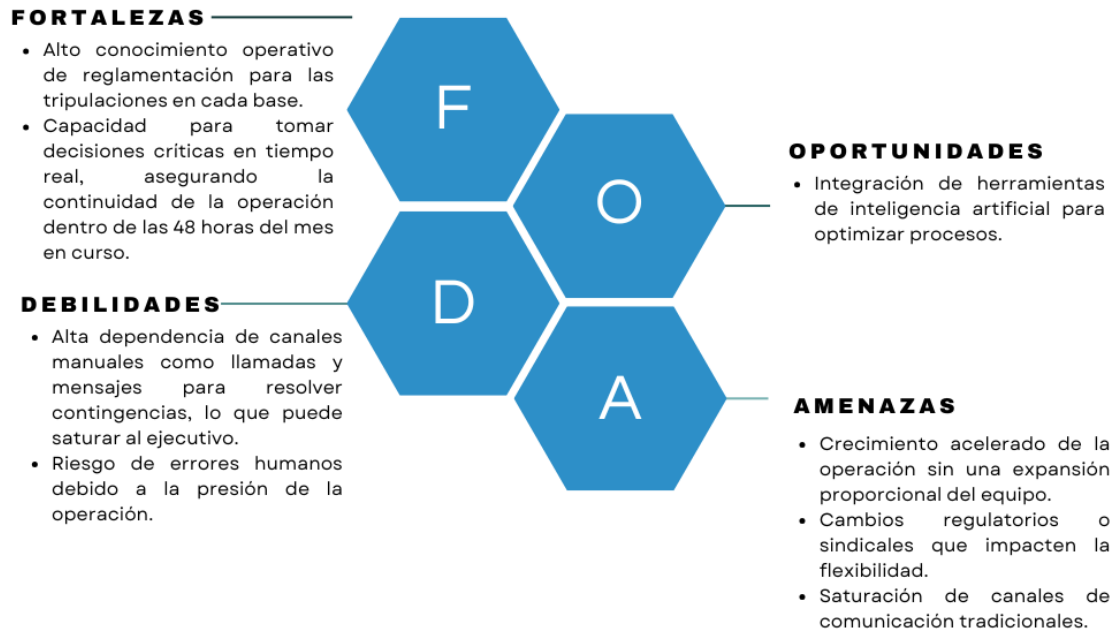


Ilustración 1: Análisis FODA del ejecutivo de turno de una aerolínea
Fuente: Elaboración propia.

A modo de conclusión del análisis FODA, la principal debilidad detectada es la dependencia de canales manuales para resolver consultas, lo que genera una alta carga operativa. Reducir esta dependencia mediante la automatización permitiría agilizar la comunicación y optimizar el tiempo de respuesta.

Desde la perspectiva de las oportunidades, la implementación del chatbot representa una aplicación concreta de la inteligencia artificial orientada a mejorar los procesos de comunicación interna. Esto no solo permitiría incrementar la eficiencia, sino que también liberar tiempo del ejecutivo para concentrarse en tareas críticas que requieran intervención humana.

Por otro lado, frente a las amenazas, la incorporación de un chatbot podría contribuir a descongestionar los canales tradicionales, especialmente durante situaciones de contingencia en las que se reciben múltiples llamadas simultáneas. Y finalmente, los cambios normativos o acuerdos sindicales podrían integrarse rápidamente al sistema, asegurando que la información entregada a los tripulantes se mantenga siempre actualizada y coherente.

2.2 CONCEPTOS CLAVE

En esta sección se desarrollan los conceptos clave que sustentan el proyecto estableciendo el marco teórico necesario para comprender el funcionamiento, alcance y potencial de estas tecnologías como herramientas de apoyo a la gestión operativa. Este enfoque permite vincular la evolución de la inteligencia artificial con su aplicación práctica en sistemas de apoyo a la toma de decisiones y automatización de procesos en organizaciones de alta complejidad, como las aerolíneas.

Chatbot

Según [IBM Cloud Education, 2019], un asistente virtual, o chatbot, es un programa computacional que usa técnicas de inteligencia artificial (IA) para mantener conversaciones con humanos. Los usuarios pueden formular preguntas y realizar peticiones al asistente, quien a su vez también puede preguntar cuando sea necesario, todo esto utilizando lenguaje natural. Un asistente virtual podría entender texto, audio, o ambos.

Según Ree Chan Ho (2021) la mayor interactividad en internet y el uso masivo de dispositivos móviles inteligentes han atraído directamente a más consumidores en busca de un servicio al cliente mejor y mas personalizado. La herramienta de los asistentes virtuales garantiza que los clientes reciben los servicios instantáneos que demandan. Por lo tanto, se esta reemplazando el servicio de voz tradicional con una mayor implantación de chatbots como una nueva interfaz entre empresas y clientes.

“Las principales razones por las que los clientes utilizan chatbots son: obtener una respuesta oportuna (37%), solucionar un problema (35%), realizar una reserva (33%), cancelar una factura (29%), comprar un artículo (27%), entre otras. Además, destaca la ratio de satisfacción de chatbot en países como Canadá, México, Colombia, Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Israel, China y Australia. De esta manera, en base al aporte de los autores se alude que un chatbot abarca tareas y técnicas indispensables para entender y brindar una respuesta asertiva al cliente. (Chan, 2021; Peris, 2021)”

Inteligencia Artificial

Para entender el origen de la inteligencia artificial, la revista Bits de Ciencia (Abeliuk, 2021) plantea que el origen de la inteligencia artificial (IA) se remonta al siglo XIX, cuando Ada Lovelace, pionera de la informática, programó el primer algoritmo diseñado para ser ejecutado por una máquina. Visionaria en su tiempo, Lovelace anticipó que estas máquinas podrían realizar tareas más allá de cálculos numéricos, como crear música compleja. Sin embargo, el punto de partida formal de la IA como disciplina científica se sitúa en 1956, durante la conferencia de Dartmouth organizada por John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon y Nathaniel Rochester. En ella, se estableció el concepto de “inteligencia artificial” como un nuevo campo de estudio enfocado en replicar procesos de pensamiento mediante máquinas.

Ese mismo año, los investigadores Alan Newell y Herbert Simon desarrollaron el primer programa de IA: Logic Theory Machine, capaz de demostrar teoremas matemáticos utilizando procesos heurísticos. Esta innovación introdujo la idea de que los problemas pueden resolverse mediante reglas generales en lugar de buscar todas las soluciones posibles, lo que influyó profundamente el desarrollo posterior de la ciencia computacional. Herbert Simon, además, propuso el concepto de “racionalidad limitada” como modelo del pensamiento humano, lo que le valió el Premio Nobel en Economía.

De la misma revista se extrae la historia de la inteligencia artificial desde 1842 hasta el año 2018 (Anexo 1).

Asistentes virtuales

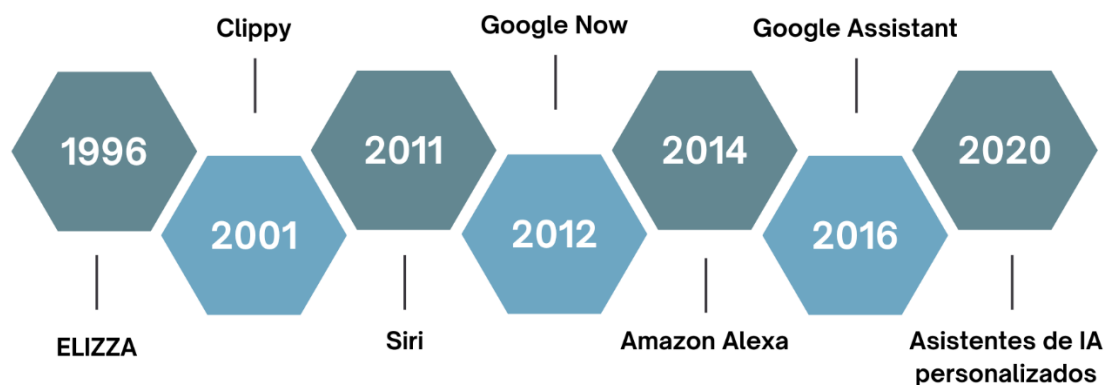


Figura 2: Evolución de los asistentes virtuales

Fuente: Adaptado de la información de Darwin AI. (2025, Junio 17). La evolución de los asistentes virtuales con IA. Elaboración propia

Un asistente virtual es un agente conversacional diseñado con inteligencia artificial, especialmente mediante técnicas de procesamiento de lenguaje natural, que permite interactuar con los usuarios respondiendo sus preguntas de forma automática. Actualmente, muchas organizaciones, entidades gubernamentales e incluso instituciones sin fines de lucro han comenzado a implementar este tipo de herramientas en distintas áreas, siendo una de las más comunes la atención al cliente (Abdallah, et al., 2020).

Según lo que plantea Darwin (2025, Junio 17) El concepto de asistente virtual nace en el año 1996 el sistema ELIZA desarrollado por Joseph Weizenbaum en el MIT diseñado para imitar a un psicoterapeuta, esta inteligencia artificial podía reconocer patrones de lenguaje y generar respuestas basadas en palabras clave, sin embargo, no comprendía realmente todo el contexto y sus respuestas eran reiterativas. Al principio de los años 2000 nace Clippy, el primer asistente virtual creado por Microsoft que buscaba ayudar a los usuarios en Microsoft office intentando predecir las necesidades del usuario y ofreciendo sugerencias para hacer la experiencia informática más amigable, sin embargo, daba respuestas poco precisas y tenía una interfaz engorrosa que no tardó en ser sustituido por la que conocemos ahora como “barra de búsqueda”

En el año 2000 que los chatbot empezaron a ganar popularidad como una prometedora solución de atención al cliente, nace “Anna”, el asistente virtual de IKEA, diseñado bajo un sistema de reglas para responder preguntas frecuentes sobre sus productos. Si bien ayudó a disminuir la carga de llamadas al servicio al cliente, su funcionamiento era limitado: no podía adaptarse a preguntas fuera de su programación, lo que generaba frustración entre los usuarios.

Este tipo de casos mostró claramente las limitaciones de la primera generación de chatbots: respuestas mecánicas, sin capacidad para comprender el contexto o adaptarse a conversaciones reales.

Con el tiempo, el desarrollo de tecnologías como el aprendizaje automático y el procesamiento de lenguaje natural (NLP) permitió que los chatbots comenzaran a ofrecer respuestas más personalizadas. Un ejemplo de ello fue el asistente virtual de KLM Royal Dutch Airlines, que proporcionaba información útil sobre vuelos.

Durante la década de 2010, la evolución de los asistentes virtuales dio un giro significativo con la aparición de sistemas más avanzados y accesibles para el público general. Asistentes como Siri (2011), Alexa (2014) y Google Assistant (2016) marcaron un antes y un después en la forma en que interactuamos con la tecnología.

Estos asistentes se basaban principalmente en comandos preestablecidos y estaban diseñados para realizar tareas básicas, como hacer búsquedas en internet, configurar alarmas o reproducir música.

Actualmente, los asistentes virtuales han dejado de ser simples programas de voz para convertirse en herramientas multifuncionales que pueden ejecutar tareas complejas. Gracias a los avances en inteligencia artificial, hoy son capaces de:

- Responder preguntas complejas con información actualizada.
- Administrar agendas, programar recordatorios y enviar notificaciones.
- Integrarse con plataformas de e-commerce para facilitar compras en línea.
- Controlar dispositivos del hogar, como luces, cerraduras o termostatos.

Para el futuro de los asistentes virtuales, se espera que se conecten con la tecnología cuántica, lo que le permitiría:

- Entrenar modelos de IA mucho más rápido: Lo que hoy toma días o semanas podría hacerse en minutos, lo que permitiría mejorar los asistentes constantemente sin tanto tiempo de espera.
- Analizar datos en tiempo real: Los asistentes podrían revisar muchas fuentes de información a la vez, como correos, noticias o redes sociales, y dar respuestas más completas y actualizadas.
- Hacer mejores predicciones: Podrían anticiparse a lo que vamos a necesitar, basándose en nuestros hábitos, rutinas o incluso en lo que sentimos.
- Crear asistentes con inteligencia cuántica: En el futuro, se podrían desarrollar asistentes que razonen y aprendan de forma más parecida a un ser humano, algo que hoy todavía solo parece ciencia ficción.

Normativa

Respecto a la normativa que se va a utilizar para alimentar la base de datos del chatbot, se considerarán los siguientes marcos regulatorios y convenios colectivos por país.

1. En Chile, se utilizará la normativa DAN 121: “Requisitos de Operación: Operaciones Nacionales, Internacionales, Regulares y No Regulares”. Además, se considerarán los siguientes convenios colectivos vigentes en la aerolínea, que sirve para establecer límites y acuerdos de la normativa aplicada,
 - Convenio Colectivo entre una aerolínea y el Sindicato de Pilotos de la Empresa.
 - Convenio Colectivo entre una aerolínea y el Sindicato N.º 1 de Tripulantes de Cabina.
 - Convenio Colectivo entre una aerolínea y el Sindicato N.º 2 de Tripulantes de Cabina.
2. En Argentina, se tomará como base la “Reglamentación del Título V del Código Aeronáutico (Ley N.º 17.285 y sus modificatorias)”, referida a las actividades del personal que cumple funciones técnicas esenciales en la conducción de aeronaves o de seguridad a bordo. Asimismo, se incluirá el Convenio Colectivo de Trabajo entre la Empresa Una aerolínea y la Asociación de Empleados de una aerolínea.
3. En Colombia, se utilizará la normativa RAC 121: “Requisitos de Operación – Operaciones Domésticas, Internacionales, Regulares y No Regulares”.

4. En Perú, se tomará en cuenta la normativa RAP 121 sobre “Limitaciones de actividades de tripulantes aéreos para reducir los efectos de fatiga”.

2.3 CASOS SIMILARES DE REFERENCIA

La incorporación de asistentes virtuales basados en inteligencia artificial en entornos organizacionales representa una herramienta estratégica para la optimización de procesos, mejora en la atención de usuarios y automatización de servicios informativos. La presente sección tiene como objetivo analizar experiencias reales de implementación de asistentes virtuales en ámbitos empresariales, turísticos, bancarios y aeroportuarios, con el fin de extraer aprendizajes relevantes aplicables al contexto aeronáutico y, específicamente, al área de crew tracking. Estos casos permiten observar cómo la inteligencia artificial conversacional ha sido utilizada para mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos de respuesta, optimizar la atención al usuario y redistribuir cargas de trabajo, tanto en organizaciones públicas como privadas.

AddAI + IBM

Un caso relevante que ejemplifica el uso exitoso de chatbots en el ámbito empresarial es el desarrollo realizado por la empresa tecnológica International Business Machines (IBM) para la empresa AddAI.Life.

AddAI.Life, una startup checa especializada en el desarrollo de asistentes virtuales inteligentes, AddAI necesitaba crear un asistente de IA para un cliente del sector bancario que ayudara a mejorar la atención al cliente. El objetivo principal era diseñar un asistente virtual capaz de responder de forma precisa, fluida y contextualizada a preguntas frecuentes de los usuarios, como consultas sobre cuentas, pagos, tarifas y servicios, todo en idioma checo.

Para lograrlo, AddAI se asoció con IBM y trabajó en conjunto con los equipos de Ingeniería de Clientes y Ventas Técnicas de IBM en la República Checa, integrando las capacidades de la plataforma watsonx.ai, watsonx Assistant y IBM Watson Discovery. Gracias a esta colaboración, el asistente se apoyó en modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM), como Llama 2, utilizando la técnica de Generación Aumentada de Recuperación (RAG) para buscar

y generar respuestas a partir de documentos reales del banco, como contratos y listas de precios. Uno de los principales beneficios fue que no fue necesario programar manualmente cada diálogo, lo que facilitó una implementación más rápida y flexible.

El asistente no solo entregaba respuestas precisas, sino que también las presentaba de forma resumida y comprensible, incluyendo pasos concretos para el usuario, mejorando así la experiencia final. Esta solución demostró ser altamente efectiva, alcanzando un 85 % de precisión en las respuestas generadas por IA, reduciendo en un 50 % las consultas sin respuesta y sentando las bases para disminuir hasta en un 30 % el tiempo de desarrollo e implementación de nuevos asistentes virtuales en el futuro. (IMB, 2023)

KAYAK.ai

Otro caso relevante para considerar como referencia es el chatbot desarrollado por la plataforma Kayak, estudiado por Dias e Cordeiro & da Silva Batista, (2020).

Dias e Cordeiro et All. Define que “el chatbot de Kayak se “basa en reglas” , o sea que está programado para obedecer a flujos de navegación bien definidos, respondiendo a ciertos comandos y palabras clave. El bot provee estimaciones de costos para el período seleccionado, sugiere los mejores horarios para viajar a destinos específicos y genera links (al sitio de Kayak) que permiten efectuar la reserva. También es capaz de encontrar ofertas de alquiler de autos en el destino del usuario durante su estadía y sugerir actividades. Al preguntar “¿dónde puedo ir por \$ X?” , el bot brinda una lista de lugares dentro del presupuesto especificado (Kayak, 2018). La propuesta del chatbot de Kayak es hacer más simple y ágil el proceso de búsqueda de información turística en un corto período de tiempo.”

Da Silva propone analizar la experiencia del usuario en el uso del chatbot de Kayak, un robot que cuenta con más de un millón de usuarios (Kayak,2018). Para su estudio utilizó 102 usuarios universitarios quienes interactuaron con el chatbot durante 10 minutos y posteriormente respondieron un cuestionario de utilizando una escala de Likert de 7 puntos.

Categoría	Identificador:	Afirmación:
Facilidad de aprendizaje	Q.1.1	El chatbot de Kayak atendió adecuadamente mis necesidades de información sobre servicios turísticos.
	Q.1.2	La interface del chatbot de Kayak me resultó visualmente agradable.
	Q.1.3	La información brindada por el chatbot de Kayak fue presentada de forma agradable.
Capacidad de memorización	Q.2.1	El chatbot de Kayak me parece bastante intuitivo y simple de utilizar.
	Q.2.2	La próxima vez que precise buscar información sobre productos turísticos, ciertamente utilizaré el chatbot de Kayak.
	Q.2.3	En determinados momentos, me olvidé que estaba conversando con un robot.
Eficiencia de uso	Q.3.1	En determinados momentos el tiempo de respuesta del chatbot de Kayak me pareció demasiado lento.
	Q.3.2	Tuve la sensación de ejecutar comandos no necesarios (incluyendo la repetición de comandos) para obtener información en el chatbot de Kayak.
	Q.3.3	Me pareció más interesante consultar información en Google, que a través del chatbot de Kayak.
Prevención de errores	Q.4.1	El chatbot de Kayak presentó fallas mientras lo usé.
	Q.4.2	Surgieron mensajes de error durante el uso del chatbot de Kayak.
	Q.4.3	Los mensajes de error fueron claros y simples.
Satisfacción	Q.5.1	Me sentí bien al conversar con el chatbot de Kayak para obtener información turística.
	Q.5.2	Recomendaría el chatbot de Kayak a un amigo que quiera buscar información turística para su viaje.
	Q.5.3	Recordaré positivamente la experiencia de uso del chatbot de Kayak.

Figura 3: encuesta para definir facilidad de uso del chatbot de Kayak.
Fuente por Dias e Cordeiro & da Silva Batista, (2020).

El estudio mostró que el 85% de los usuarios consideraron que el chatbot de Kayak fue fácil de usar y ofreció respuestas rápidas, lo que mejoró significativamente la experiencia durante la planificación del viaje. Además, un 78% de los encuestados indicaron que el chatbot les ayudó a obtener la información que buscaban sin necesidad de asistencia adicional. Sin embargo, aproximadamente un 22% de los usuarios reportaron frustración cuando el chatbot no pudo manejar consultas complejas o poco comunes, evidenciando limitaciones en su comprensión y capacidad para interpretar preguntas abiertas.

Asimismo, el 65% de los participantes valoraron positivamente las opciones guiadas que el chatbot ofrecía para facilitar la navegación, lo que contribuyó a una interacción más fluida y satisfactoria. Por otro lado, un 30% de los usuarios señalaron que en ciertos momentos debieron recurrir a la ayuda humana, debido a la incapacidad del chatbot para resolver problemas específicos o situaciones no previstas en su programación.

Caso AENA – Oli

En el año 2022 la entidad pública AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea) que se encarga de la gestión de aeropuertos y espacio aéreo de España implementó un chatbot conocido como OLI, que según plantea AENA (2024) “Oli habla ocho idiomas y está disponible en Whatsapp vía código QR, en aena.es, en la aplicación de Aena y en Facebook.

Proporciona información en tiempo real, tanto de vuelos como de los servicios disponibles en el aeropuerto, permitiendo también redirigir al usuario a Aena Maps para guiar su paso por las instalaciones.” Oli actualmente está implementado en:

- Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas
- Aeropuerto de Málaga-Costa del Sol
- Aeropuerto de Sevilla
- Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat
- Aeropuerto Alicante-Elche Miguel Hernández

Si bien no se especifica quien fue el proveedor de este servicio AENA ha licitado servicios relacionados con IA a empresas como Inetum una compañía española que proporciona servicios y soluciones digitales en los que se incluye desarrollo e implementación de chatbots y agentes conversacionales. Inetum a desarrollado su propia plataforma llamada Botfoundry que permite crear chatbots, personalizar saludos, respuestas y flujos conversacionales, integrar procesamiento de lenguaje natural desarrolladas por Microsoft.

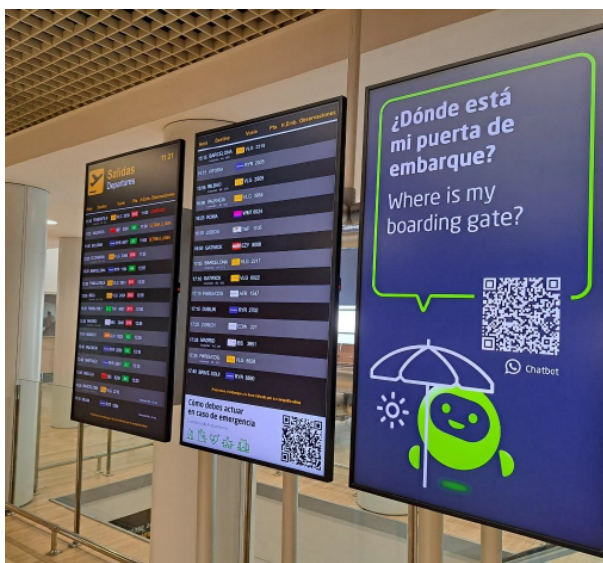


Figura 4: Oli implementado en el aeropuerto de Sevilla
Fuente: aena.es



Figura 5: Chat con OLI
Fuente: Elaboración propia

2.4 METODOLOGÍAS

Para el diseño y desarrollo de asistentes virtuales se emplean metodologías que permiten estructurar el proceso de creación, validación e implementación de estas herramientas. A continuación, se describen algunas de las metodologías más utilizadas y que resultan especialmente relevantes para el presente proyecto.

Metodología Design Thinking: Uno de los referentes metodológicos considerados en este proyecto es la propuesta desarrollada por Musso Zapico (2024) en su proyecto Diseño y desarrollo de un asistente virtual conversacional inteligente para la transformación digital del sector público. En su investigación, el autor implementa la metodología Design Thinking, argumentando que “proporciona un marco integral que combina empatía, ideación e iteración para desarrollar un agente virtual conversacional que resuelva problemas reales y sea fácilmente adoptado por el sector público”. Su aplicación de Design Thinking se estructuró de la siguiente manera:

- **Empatizar:** El autor identificó las necesidades de la organización mediante entrevistas, observación directa y análisis del flujo actual de atención. Con esta

información elaboró un mapa de empatía que permitió comprender los puntos de dolor de los usuarios y del sistema vigente.

- **Definir:** Con los hallazgos previos, formuló el problema central relacionado con las limitaciones de los sistemas de atención pública, estableciendo los criterios que guiarían el diseño del asistente virtual.
- **Idear:** Se realizaron sesiones de brainstorming para explorar alternativas y seleccionar las funcionalidades más relevantes del chatbot, considerando su valor para el usuario final y la factibilidad técnica.
- **Prototipar:** Se construyeron dos prototipos: uno basado en reglas y otro con integración de inteligencia artificial. Esto permitió comparar enfoques y evaluar cuál ofrecía mejores resultados para el contexto público.
- **Testear:** La evaluación final se realizó desde tres perspectivas:
Validación con usuarios, mediante pruebas piloto y retroalimentación directa, Impacto en la transformación digital, observando el grado en que el chatbot contribuía a modernizar los procesos internos y finalmente el Impacto organizacional, analizando mejoras en eficiencia, tiempos de respuesta y experiencia del usuario.



Figura 6: Chatbot de G.M Zapico (2024)

Fuente: Musso Zapico (2024) Diseño y desarrollo de un asistente virtual conversacional inteligente para la transformación digital del sector público.

Metodología IMADTC: Como referente metodológico adicional, se consideró la propuesta de J. A. Astruga (2024) para el análisis y diseño de chatbots basados en texto, estructurada en seis etapas.

1. Contextualización, se define el entorno, alcance y rol del chatbot antes de iniciar su desarrollo, aplicando la técnica de focus group para reunir a los actores clave y consensuar los límites del sistema.
2. Selección de Objetivos, desarrollada mediante user stories propias de metodologías Agile, formuladas con la plantilla “Como (rol), quiero (acción), para (finalidad)”, complementadas con tarjetas que incorporan notas, dudas y criterios de validación.
3. Diseño de Escenarios, se emplea la técnica de escenarios para describir situaciones de uso derivadas de las user stories.
4. Diseño del Flujo Conversacional, se elabora un diagrama de flujo utilizando la notación estándar de la ISO 5807, lo que permite representar visualmente el comportamiento esperado del chatbot sin necesidad de un documento técnico detallado.
5. Prototipado, se desarrolla un prototipo funcional y se aplican pruebas de caja negra con el fin de validar su funcionamiento sin revisar el código.
6. Fase de Test de Usuarios y Documentación, se evalúa el prototipo con usuarios reales, registrando conversaciones y complementando con entrevistas no estructuradas basadas en la técnica de Laddering para identificar discrepancias; si el prototipo es validado, se documentan formalmente los requisitos, y si no, se inicia una iteración adicional incorporando las mejoras necesarias.

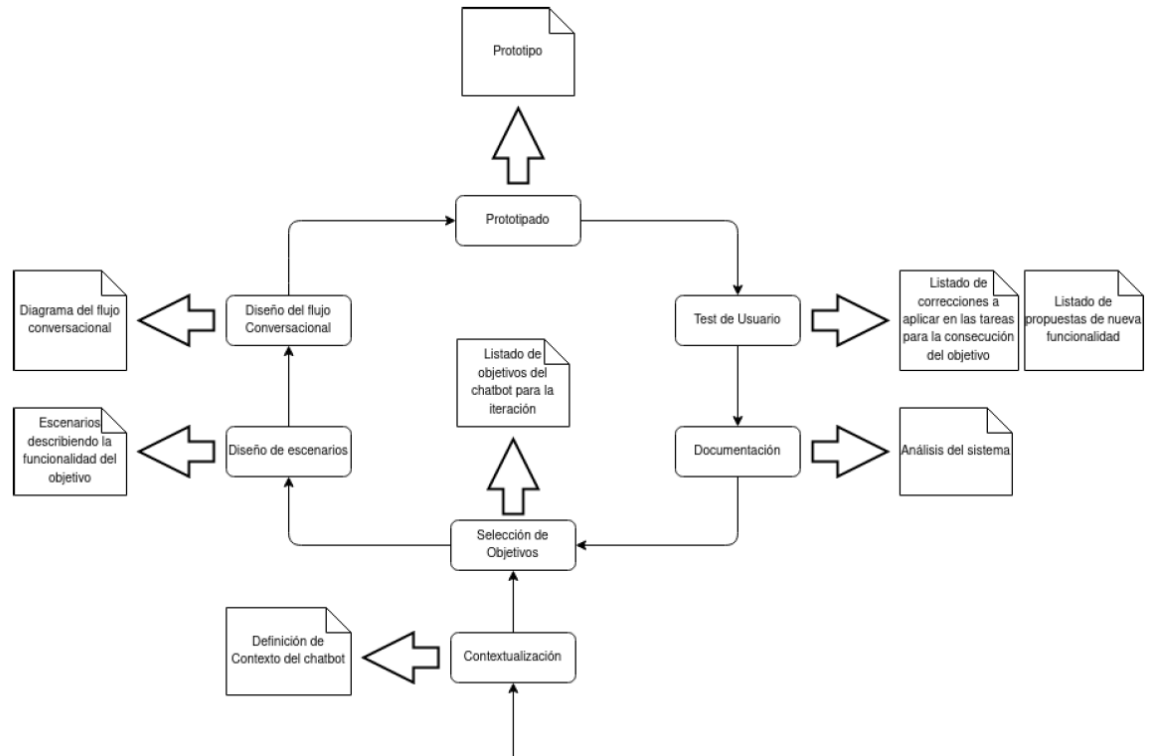


Figura 7: Metodología Agile
Fuente: J.A. Astruga (2024)

2.5 MARCO TEÓRICO

A través del estudio de metodologías que se han utilizado en proyectos similares, se busca identificar marcos de trabajo que permitan no solo el desarrollo de soluciones tecnológicas, sino también su evaluación funcional, validación operativa y medición de impacto organizacional.

2.5.1 Metodologías

Metodología Agile: De acuerdo con lo señalado por BBVA (2018), en 2001 los directivos de las empresas más relevantes del sector del software se reunieron en Utah para compartir sus enfoques de trabajo más efectivos. De ese encuentro surgió el denominado Manifiesto Agile, un marco orientado a la mejora continua que se basa en planificar, desarrollar, verificar los resultados y perfeccionarlos de manera iterativa. esta metodología agrupa varias prácticas y marcos de trabajo para desarrollar proyectos con rapidez, flexibilidad y capacidad de adaptación a los cambios. Según Evaluando Software, Agile divide el trabajo en pequeñas

partes que se entregan cada pocas semanas, lo que permite modificar únicamente los componentes necesarios cuando cambian las condiciones.



Figura 8: Metodología Agile

Fuente: Evaluando Software. (2018) *¿Qué es la metodología 'Agile'?* EvaluandoSoftware.com.
<https://www.evaluandosoftware.com/gestion-de-cambio/la-metodologia-agile/>

Metodología Lean Startup

La metodología Lean Startup fue desarrollada por Eric Ries (2012), el núcleo central de esta metodología es un ciclo iterativo que se divide en 3 pasos, crear, medir, aprender.

Este proceso inicia con la formulación de una hipótesis, es decir, una suposición sobre la viabilidad de un producto o servicio, para la segunda fase de crear se inicia con un PMV (Minimum Viable Product o Producto Mínimo Viable). Este no es un prototipo ya que no es la versión teórica de lo que puede llegar a ser el producto final que sale al mercado, es el producto que sale al mercado en su versión más básica con los menores recursos. Su función es la etapa 3 medir, a través de la retroalimentación real de los usuarios.

Con los datos obtenidos en la fase de medición, se evalúa si la hipótesis debe persistir o pivotar, según Ries pivotar implica reestructurar la hipótesis, si por el contrario los resultados validan la hipótesis, se continúa mejorando el PMV en nuevas versiones.

El objetivo principal de esta metodología es obtener un aprendizaje valido por el cliente objetivo, saber que elementos de la estrategia funcionan y que es lo que quiere el consumidor.

Finalmente, se selecciona esta metodología debido a su enfoque de estudio. Si bien la metodología IMADTC presenta un enfoque integral, su aplicación se orienta principalmente al área informática y al proceso de desarrollo técnico del chatbot, lo cual no constituye el eje central de este proyecto. En este caso, el interés principal no radica en el diseño o implementación tecnológica de la herramienta, sino en evaluar, a partir de métricas operativas, si el chatbot contribuye efectivamente a la optimización de la carga operativa en el área de roles de una aerolínea.

Por otro lado, la metodología Agile se estructura en ciclos iterativos de desarrollo y funcionamiento que, aunque pueden ser evaluados mediante enfoques complementarios como Lean Startup, el proyecto se enfoca principalmente en mediciones internas del sistema. Además, su aplicación en un entorno real de forma continua presenta limitaciones en el contexto aeronáutico, ya que la participación activa y reiterada de tripulantes resulta operativamente compleja, restringiendo la evaluación en más de dos etapas reales.

En este contexto, se adopta la metodología Lean Startup, ya que permite dividir el funcionamiento del chatbot en dos etapas claramente definidas: una fase de evaluación para tripulación chilena y una fase de validación para los otros 3 países estudiados. Este enfoque facilita la identificación temprana de oportunidades de mejora, permite iteraciones rápidas basadas en métricas concretas y evita centrar el estudio en el desarrollo técnico del chatbot, alineándose de mejor forma con el objetivo de analizar su impacto en la eficiencia operativa del área de roles.

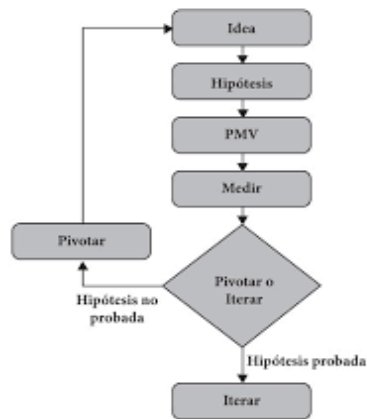


Figura 9: Extracto del circuito Lean Startup
Fuente: Donawa Torres, Z. A., & Morales Martínez, E. C. (2018).

2.5.2 Herramientas

El presente apartado tiene como objetivo describir y fundamentar las principales herramientas conceptuales, metodológicas y analíticas utilizadas en el desarrollo del estudio, las cuales permiten estructurar el proceso de investigación, sistematizar la información recopilada y evaluar de manera objetiva los resultados obtenidos.

La selección de estas herramientas responde a la necesidad de abordar el proyecto desde una perspectiva integral, combinando enfoques técnicos, operativos y humanos, permitiendo no solo evaluar el funcionamiento del chatbot, sino también analizar su impacto en la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la aceptación por parte de la tripulación.

KPI's

Los KPI (Indicadores Clave de Desempeño) surgieron en el ámbito empresarial como herramientas esenciales para evaluar y controlar el progreso de las organizaciones. Su uso comenzó a difundirse en la década de 1920 gracias al trabajo del ingeniero y estadístico Walter A. Shewhart, quien desarrolló un enfoque sistemático para medir el rendimiento corporativo. Con el tiempo, estos indicadores trascendieron el mundo industrial y se aplican hoy en diversos sectores, desde la gestión de proyectos y la satisfacción del cliente hasta la aviación (Nivel de Calidad, s.f.).

Mapa de empatía

El Mapa de Empatía fue creado por Dave Gray, autor y fundador de XPLANE, una firma consultora especializada en herramientas visuales. Esta organización se dedica a ayudar a las empresas a fortalecer su visión estratégica mediante el uso de la empatía como eje central. Para XPLANE, la empatía es la capacidad de reconocer y compartir las emociones del cliente, lo que permite una comprensión más profunda de sus necesidades y motivaciones.

Este mapa es una herramienta poderosa que facilita la visualización de lo que los usuarios piensan, sienten, dicen y hacen, permitiendo así identificar con mayor precisión sus expectativas y diseñar productos o servicios alineados con ellas.

Escala Likert

Este método de calificación fue realizado por R. Likert en 1932 partiendo de una encuesta, sobre relaciones internacionales, relaciones raciales, conflicto económico, conflicto político y religión, realizada entre 1929 y 1931 en diversas universidades de EEUU. (Xihmai, L. 2007).

La escala Likert mide actitudes a través de una serie de afirmaciones (ítems) ante las cuales la persona responde en una escala que va desde “totalmente de acuerdo” hasta “totalmente en desacuerdo”. Cada respuesta recibe un valor numérico, y al sumar esas puntuaciones obtenemos un puntaje total que refleja la actitud de la persona en un continuo de lo desfavorable a lo favorable.

Carta Gantt

Según plantea Business School el diagrama o carta Gantt fue una herramienta diseñada por Henry Gantt en el año 1910, constituye una herramienta fundamental en la gestión de proyectos al permitir la visualización estructurada de la programación mediante barras horizontales que representan cada tarea y su duración. Esta representación gráfica facilita el seguimiento de los logros y el cumplimiento estricto del cronograma establecido. Para su correcta implementación, es indispensable definir el periodo total del proyecto y establecer una línea de tiempo precisa con fechas de inicio y finalización, identificando además los hitos clave que actúan como puntos de control críticos. Su versatilidad lo hace ideal para la creación de campañas de marketing, donde la alta colaboración y coordinación se simplifican al definir secuencias lógicas de trabajo. Asimismo, resulta esencial en el lanzamiento de productos, ya que permite visualizar las dependencias entre etapas y ofrece un panorama general que optimiza la toma de decisiones estratégica.

Matriz / cuadro de validación de hipótesis

Según lo que plantea Business School Madrid el Validation Board, desarrollado bajo la metodología Lean Startup, es una herramienta estratégica diseñada para gestionar y validar las hipótesis fundamentales de un proyecto mediante una estructura de filas y columnas que evalúa dimensiones críticas como el segmento de clientes, los canales de distribución y los objetivos de negocio. Su aplicación comienza con el planteamiento de una hipótesis de solución ante un problema detectado, la cual debe someterse a experimentación y medirse a través de indicadores estadísticos o cuantitativos específicos. Al definir métodos y estrategias de validación claros se puede determinar si la hipótesis es confirmada o refutada; en caso de que los resultados sean negativos, la herramienta facilita un proceso de pivoteo, iniciando un nuevo ciclo de validación donde se ajustan los objetivos y se refina la propuesta para asegurar la viabilidad del proyecto.

Alfa de Cronbach

Según lo que plantea EBSCO en el año 2024 el alfa de Cronbach es un pilar fundamental en la estadística aplicada, diseñado por Lee Cronbach en 1950 para medir la consistencia interna y la fiabilidad de instrumentos de evaluación. Este coeficiente, cuyo valor oscila generalmente entre 0 y 1, cuantifica la correlación entre los reactivos de una prueba; de este modo, una puntuación superior a 0,90 refleja una fiabilidad excelente, mientras que resultados menores a 0,50 se consideran técnicamente inaceptables. Su cálculo integra variables como el número total de ítems, su fiabilidad promedio y la varianza de los datos, siendo una herramienta crucial en ámbitos psicológicos y educativos para garantizar la estabilidad de los resultados bajo condiciones similares. No obstante, su aplicación exige cautela, ya que valores bajos pueden derivar de un número insuficiente de preguntas o de una débil relación entre ellas. Por esta razón, los investigadores suelen recalcular este índice en cada aplicación para asegurar la precisión y relevancia de sus interpretaciones en diversas disciplinas científicas.

Modelo TAM

De acuerdo con Davis (1989), el Technology Acceptance Model (TAM) tiene como finalidad explicar los factores que influyen en la adopción y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) por parte de los usuarios. Este modelo plantea que la intención de utilizar un sistema tecnológico está determinada principalmente por dos variables fundamentales: la utilidad percibida, entendida como el grado en que una persona considera que el uso de una tecnología mejorará su desempeño, y la facilidad de uso percibida, que se refiere al nivel de esfuerzo que el individuo estima necesario para interactuar con dicha tecnología.

Si bien el TAM permite anticipar la probabilidad de uso de un sistema, el modelo reconoce también la existencia de variables externas que pueden influir indirectamente en estas percepciones, tales como características individuales, experiencia previa o condiciones organizacionales. Estas variables impactan la percepción de utilidad y facilidad, las cuales a su vez influyen en la actitud hacia el uso, la intención conductual y, finalmente, en el uso efectivo del sistema.

Diagrama de flujo

Según lo que plantea IBM en junio del año 2024 el concepto de diagrama de flujo fue introducido en 1921 por los ingenieros Frank y Lillian Gilbreth bajo la premisa de optimizar el rendimiento laboral, sentando las bases de una herramienta que hoy es esencial en casi cualquier sector. Esta representación visual, compuesta por formas geométricas interconectadas, permite desglosar procesos, sistemas o programas informáticos paso a paso, transformando procedimientos complejos en mapas accesibles que reducen la ambigüedad. Gracias a su versatilidad, estos diagramas se emplean para documentar procesos, facilitar la lluvia de ideas y gestionar flujos de negocio (BPM y BPA), convirtiéndose en un recurso clave para mejorar la comunicación entre equipos. Al visualizar la estructura de decisiones y los canales de reporte de una organización, el diagrama de flujo no solo aclara cómo se realiza una tarea, sino que impulsa la optimización continua de los flujos de trabajo en una innumerable variedad de aplicaciones profesionales.

2.6 PROPUESTA METODOLÓGICA

Para la creación del chatbot se va a definir una secuencia de pasos técnicos siguiendo el modelo Lean Startup, modelo utilizado para proyectos de innovación que facilita la comprobación de efectividad y cumplimiento del producto en cada parte del proceso.

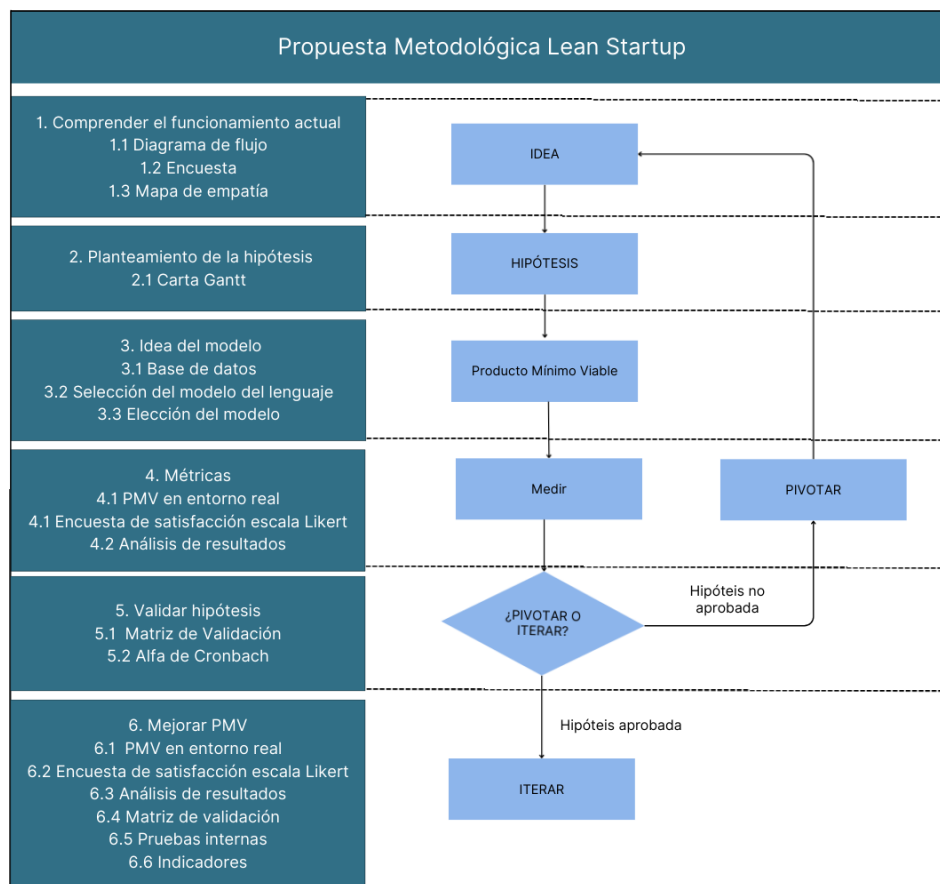


Figura 10: Propuesta metodológica
Fuente: Elaboración propia

1. Comprender el funcionamiento actual

A través de la herramienta de diagrama de flujo se esquematiza las funciones de un ejecutivo de turno dentro de una aerolínea para comprender como funciona la operación actual, una vez definidas todas las funciones, se realiza un diagrama de flujo que define la comunicación actual entre las tripulaciones y el ejecutivo de turno dentro de una aerolínea. Una vez mapeadas las funciones y flujos, se aplica una encuesta a los tripulantes, orientada a identificar sus expectativas respecto a un asistente virtual y a detectar posibles resistencias frente a su implementación.

2. Sinterización de la información

Con la información recopilada, se utiliza el mapa de empatía como herramienta de análisis para sintetizar las percepciones, necesidades y frustraciones de los tripulantes. A partir de este ejercicio, se establece con mayor claridad el objetivo del chatbot y las funciones principales que debería cumplir.

3. Idea del modelo

En esta fase se construye la base de datos que alimentará al asistente virtual y se define el modelo de lenguaje que se empleará para su funcionamiento a través del software Python. Posteriormente, se desarrolla un Producto Mínimo Viable (PMV) del chatbot, que se pone a prueba en un entorno controlado.

4. Medir

Una vez lanzado el PMV, se evalúa su desempeño y nivel de adopción. Para ello, se emplean KPI's específicos como la reducción de mensajes y llamadas no correspondidas por turno además de encuestas de satisfacción que permitan obtener retroalimentación del chatbot.

5. Validar hipótesis

Con los datos obtenidos, se utiliza la matriz de validación de hipótesis para determinar si la propuesta cumple con los objetivos planteados y si posee la viabilidad suficiente para mantenerse en el mercado. Para esta evaluación se utiliza una escala tipo Likert de 1 a 5, a partir de la cual se asignan valores numéricos a cada indicador evaluado. Los resultados son interpretados según criterios de validación previamente definidos: un valor promedio igual a 3,0 se considera neutral, valores inferiores a 3,0 indican que la hipótesis no se valida, valores entre 3,0 y 3,5 corresponden a una validación parcial, y valores superiores a 3,5 permiten considerar la hipótesis como validada.

6. Mejorar PMV

En caso de que el chatbot apruebe la validación de la hipótesis, se procede a realizar iteraciones sucesivas, incorporando mejoras basadas en los resultados de las métricas y el feedback de los usuarios. evaluadas en la fase de medición (etapa 4), lo que asegura un proceso de perfeccionamiento continuo.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

En este capítulo se presenta el desarrollo del proyecto del asistente virtual diseñado para responder consultas de las tripulaciones de una aerolínea. El proyecto se estructura siguiendo las cinco etapas de la metodología Lean Startup, descrita previamente en el capítulo anterior. A lo largo de esta etapa se analizará el desempeño del asistente, los resultados obtenidos en cada fase y las decisiones clave que guiaron el progreso del proyecto.

3.1 COMPRENDER EL FUNCIONAMIENTO ACTUAL

Como primer paso dentro del marco de Lean Startup, es necesario definir el problema que el asistente virtual busca resolver. Esto requiere un análisis del funcionamiento actual de la empresa y, en particular, de los procesos operativos en los que participa el ejecutivo de turno, quien actúa como intermediario entre la compañía y las tripulaciones. Este diagnóstico inicial permite identificar las principales ineficiencias, los cuellos de botella y las oportunidades de mejora en la comunicación.

3.1.1 Diagramas de flujo

Para llevar a cabo este análisis, se recurre al uso de diagramas de flujo, una herramienta visual que facilita la comprensión de los procesos internos. Los diagramas de flujo permiten representar de manera clara y ordenada las actividades, las decisiones que se toman en cada etapa y las interacciones entre los distintos actores involucrados. Gracias a ellos, se obtiene una visión integral de la dinámica actual, lo que resulta esencial para detectar los puntos críticos que el asistente virtual deberá abordar.

- Diagrama de flujo de las funciones del ejecutivo de turno de una aerolínea

Este primer diagrama se centra en detallar las funciones que el ejecutivo de turno realiza durante su jornada laboral, mostrando de forma secuencial las tareas que ejecuta, los canales de comunicación utilizados y los puntos de interacción con las tripulaciones. Este nivel de detalle permite no solo comprender el flujo operativo, sino también identificar las áreas donde se presentan demoras o posibles malentendidos en la transmisión de información.

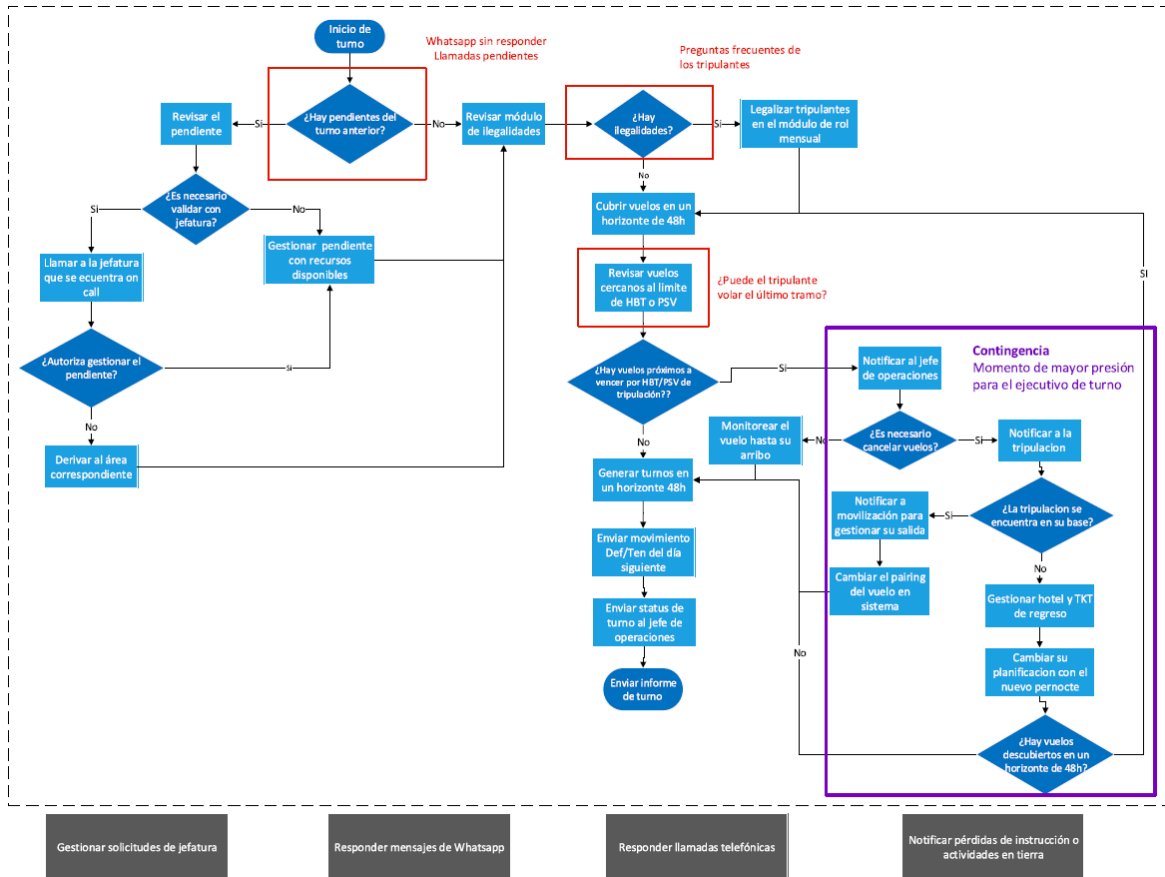


Figura 11: Diagrama de flujo de las funciones del ejecutivo de turno de una aerolínea
 Fuente: En base al texto interno de una aerolínea Check List Crew Tracking (2024).

- Diagrama de flujo de la comunicación entre el ejecutivo de turno y las tripulaciones

Este diagrama representa cómo se desarrolla el proceso de comunicación entre el ejecutivo de turno y las tripulaciones, mostrando los distintos canales y las rutas que siguen las solicitudes de los tripulantes según el tipo de requerimiento. Su objetivo principal es visualizar la dinámica interna de la empresa en situaciones operativas reales, evidenciando las etapas que se deben cumplir para atender cada caso y los puntos de decisión que determinan el flujo de la información.

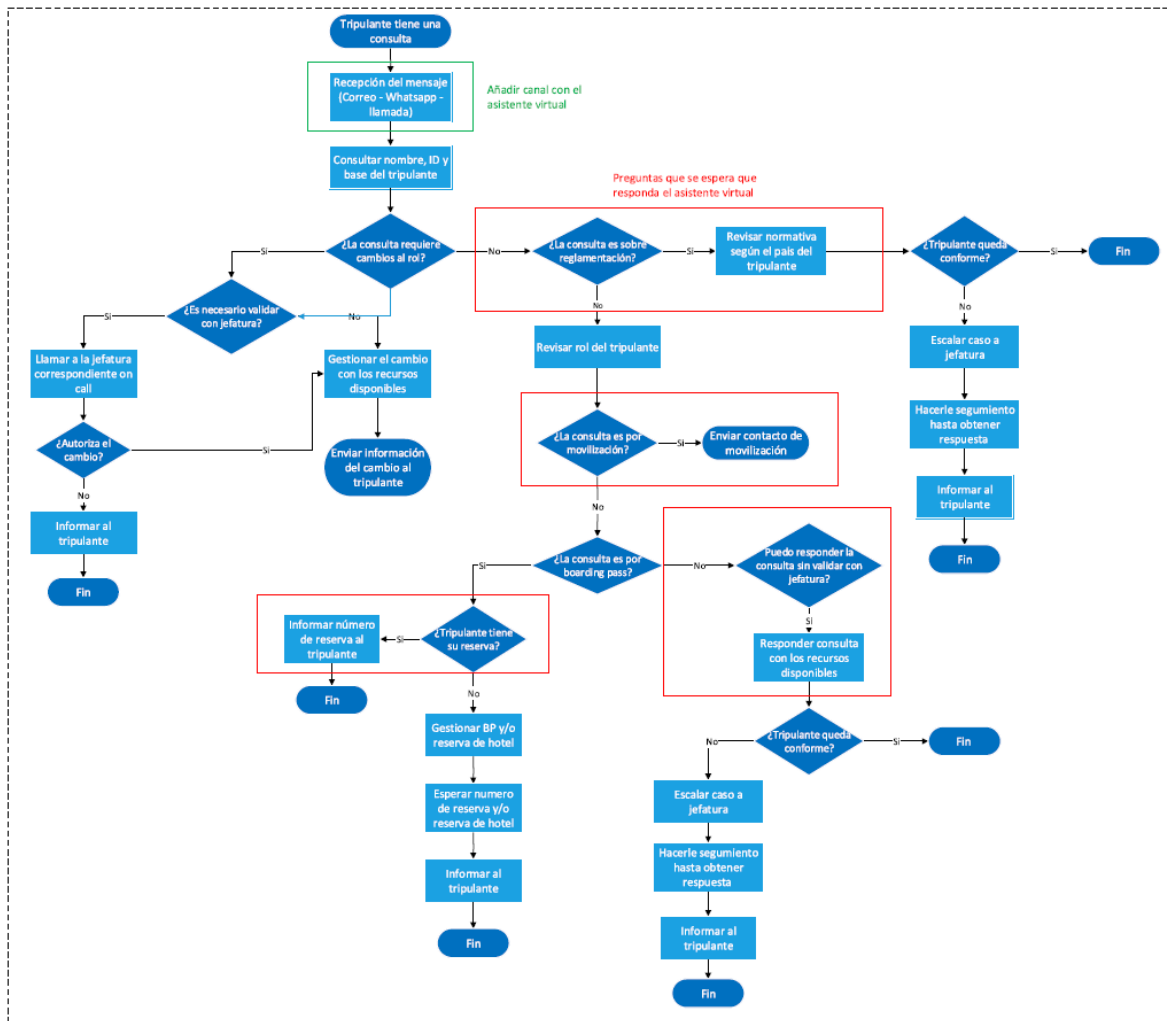


Figura 12: Diagrama de flujo de la comunicación actual entre un ejecutivo de turno y un tripulante.
Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Encuestas

Posteriormente, en esta segunda etapa orientada a comprender el funcionamiento de la empresa, el objetivo principal fue definir el propósito de la creación del chatbot. Para ello, se diseñó y aplicó una encuesta virtual compuesta por 12 preguntas, elaborada en la plataforma Google Forms y dirigida a los tripulantes de la aerolínea. ([Anexo2](#)).

La encuesta se llevó a cabo durante turnos operativos del ejecutivo de turno, lo que permitió abordar a los tripulantes en un contexto real de trabajo y obtener respuestas más representativas de sus experiencias cotidianas. ([Anexo 3](#)).

El procedimiento de recolección de datos se desarrolló de manera sencilla: tras finalizar una llamada habitual, se consultaba al tripulante si estaba dispuesto a responder el cuestionario, el cual no superaba los 10 minutos de duración. Este enfoque buscó minimizar las interrupciones en la operación y favorecer una participación voluntaria y espontánea.

De acuerdo con los registros actuales de la aerolínea, en la base Chile, que comprende las bases de Santiago y Concepción, existe un total de 466 tripulantes, distribuidos de la siguiente manera:

- Capitán = 84
- Primer Oficial = 70
- Jefa de Cabina = 83
- Tripulante de cabina = 229

Con el fin de obtener una muestra representativa sin afectar significativamente las operaciones, se optó por entrevistar aproximadamente al 10% del total de tripulantes, es decir, alrededor de 47 personas.

Una vez realizada la encuesta, se entrevistó a personal interno del área de roles de una aerolínea, así como también tripulantes operativos, y se obtuvo un total de 52 respuestas.

3.1.3 Mapa de empatía

Una vez recopiladas las respuestas de las encuestas, se procedió a identificar las tendencias y los patrones más recurrentes, lo que permitió reconocer las principales necesidades y expectativas de los usuarios frente al asistente virtual.

Los resultados obtenidos de este análisis fueron integrados en el mapa de empatía, una herramienta fundamental para definir el propósito final del chatbot.

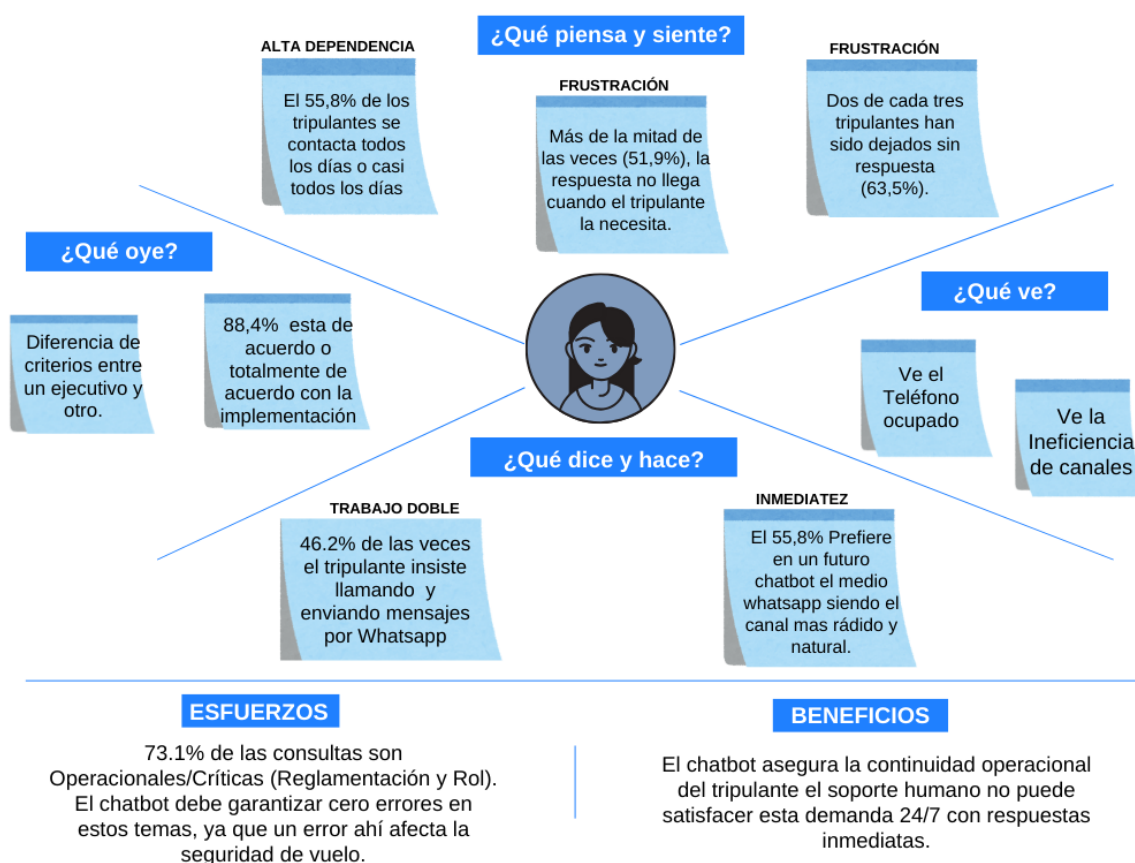


Figura 13: Mapa de empatía de acuerdo con las respuestas de los tripulantes
Fuente: En base a encuesta 1.

3.2. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

En este tercer paso del desarrollo del proyecto se inicia con el planteamiento de la hipótesis general para la creación del asistente virtual, la cual orienta el diseño, implementación y evaluación del primer modelo piloto. La hipótesis general definida para este estudio es la siguiente:

Hipótesis general:

“La implementación de un chatbot basado en inteligencia artificial mejora la eficiencia y la percepción de calidad en la comunicación entre las tripulaciones y el ejecutivo de turno, en comparación con los canales tradicionales, estableciendo como criterio de validación una aceptación mínima del 60% por parte de las tripulaciones”

A partir de esta hipótesis general, se estructura la metodología Lean Startup en dos iteraciones, permitiendo evaluar progresivamente el impacto del chatbot en distintos contextos operativos.

En la primera iteración, el modelo piloto considera exclusivamente a la tripulación chilena, siendo implementado en un entorno real controlado. Para esta etapa se plantea la siguiente hipótesis específica:

“El uso del chatbot con información exclusiva de tripulación chilena permite reducir el tiempo de respuesta y aumentar la satisfacción de los tripulantes durante la resolución de consultas operativas.”

Una vez obtenidos y analizados los resultados de esta primera etapa, y en caso de validarse de manera satisfactoria la hipótesis planteada, se procede a la segunda iteración, la cual incorpora un modelo mejorado que integra información correspondiente a las bases operativas de Chile, Colombia, Perú y Argentina. Para esta etapa se define la siguiente hipótesis específica:

“La ampliación del chatbot a múltiples bases operativas (Chile, Colombia, Argentina y Perú) mantiene o mejora los indicadores de eficiencia y satisfacción obtenidos en la etapa inicial.”

Al igual que en la primera iteración, esta segunda etapa contempla un periodo de prueba en un entorno real controlado, complementado con una serie de pruebas internas, con el fin de evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos y determinar la efectividad del modelo ampliado.

3.2.1 Carta Gantt

Para asegurar el adecuado desarrollo y seguimiento de las distintas etapas del proyecto, se propone la utilización de la herramienta Carta Gantt, la cual permite visualizar de manera clara y ordenada la secuencia de actividades, hitos y plazos asociados al proceso de implementación y evaluación del asistente virtual.

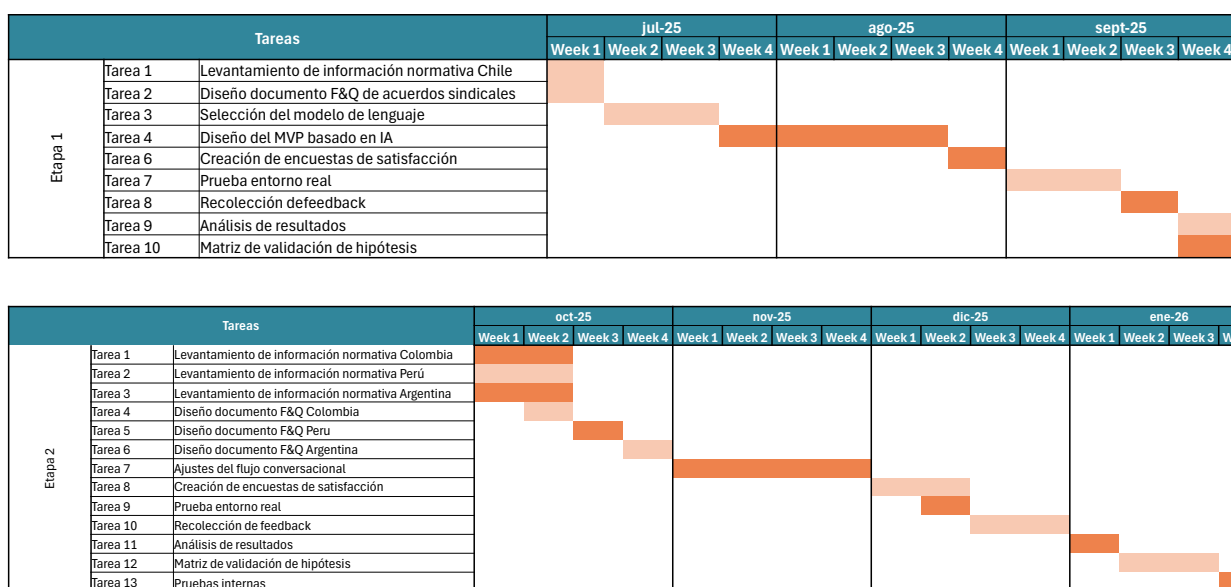


Figura 14: Carta Gantt de creación para el chatbot
Fuente: Elaboración propia

3.3 MODELO DEL ASISTENTE VIRTUAL

Siguiendo el enfoque del modelo Lean Startup, la primera iteración del asistente virtual corresponde a la versión más básica y económica, cuyo propósito principal es salir rápidamente al mercado para evaluar la aceptación de la herramienta dentro de la empresa. En esta etapa inicial, el desarrollo se centrará exclusivamente en la base operativa de Chile, utilizando modelos de lenguaje gratuitos y herramientas de código abierto que permitan validar la viabilidad técnica del sistema antes de escalarlo.

3.3.1 Base de datos: Creación de F&Q

Considerando los requerimientos de confidencialidad y protección de la información de la compañía, se construyó una base de datos propia en formato de preguntas y respuestas

(F&Q). Esta base contiene los acuerdos sindicales vigentes de los tripulantes de mando y de cabina pertenecientes a la operación chilena.

Adicionalmente, se incorporaron 2 documentos complementarios:

- Un glosario de definiciones para facilitar la comprensión de los términos técnicos utilizados en los acuerdos.
- Un documento con la normativa aeronáutica aplicable, específicamente la DAN 121, que regula la operación de las empresas de transporte aéreo comercial.

Los archivos se almacenaron en formatos compatibles con Python, priorizando la lectura en .txt y .pdf, dado que estos formatos permiten una indexación más eficiente y una extracción sencilla del contenido mediante librerías estándar. Los textos fueron elaborados en Microsoft Word.

3.3.2 Selección del modelo de lenguaje

Actualmente, existen diversas plataformas que permiten desarrollar asistentes virtuales utilizando modelos de inteligencia artificial conversacional. A continuación, se presenta una síntesis de las alternativas más relevantes y sus principales características.

1. Watson Assistant – IBM

IBM Watson Assistant es una solución enfocada en la creación de asistentes virtuales empresariales. Utiliza modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM) y cumple con normativas internacionales de seguridad como ISO/IEC 27001, 27017, 27018, SOC 2 y la ley HIPAA de los Estados Unidos.

Está orientado principalmente a sectores como banca, salud, seguros y entidades públicas. IBM ofrece una versión gratuita de demostración para entornos de prueba, mientras que el plan Plus inicia en USD 140 mensuales, y los planes empresariales se cotizan de forma personalizada según el volumen de uso y número de usuarios (IBM, 2025).

2. Amazon Lex – AWS

Amazon Lex, lanzado en 2017 por Amazon Web Services, utiliza las mismas

tecnologías de reconocimiento de voz y comprensión de lenguaje natural (NLU) que la asistente virtual Alexa.

Según datos de AWS (2025), su implementación en empresas ha permitido aumentar en un 65 % las tasas de autoservicio, reducir en un 30 % el volumen de llamadas y automatizar completamente cerca del 35 % de las interacciones de atención al cliente.

El modelo de cobro se basa en el número de solicitudes de texto o voz procesadas.

Ejemplo de aplicación de precios

Considere un bot que procesa 8 000 solicitudes de voz y 2 000 solicitudes de texto en un mes.

Solicitudes de entrada	Costo por solicitud	Número de solicitudes	Total
8,000 solicitudes de voz	0,004 USD	8000 solicitudes	32,00 USD
2,000 solicitudes de texto	0,00075 USD	2000 solicitudes	1,50 USD
Cargos totales de Amazon Lex para el mes			33,50 USD

Ilustración 2: Ejemplo de precio del asistente virtual de Amazon
Fuente: Amazon.com

3. Dialogflow – Google Cloud

Fué adquirido por Google Cloud en 2018. Es una plataforma orientada al desarrollo de agentes conversacionales capaces de interactuar por múltiples canales como sitios web, Telegram, Messenger y aplicaciones móviles.

Una de sus ventajas es la integración mediante Webhook, que permite el intercambio de datos en tiempo real con sistemas externos.

El esquema de precios de Google Cloud establece que los agentes de texto se cobran por solicitud procesada (alrededor de USD 0,002 por interacción), mientras que los agentes de voz se facturan por segundo de audio procesado (USD 0,006 por 15 s). (Dialogflow CX, Google Cloud, 2025).

Detalles de precios

Los Agentes Conversacionales cobran por el total de solicitudes (para agentes de Chat) o por segundos de audio (para agentes de Voz). Solo pagas por lo que usas.

Tipo de agente	Elementos esenciales (flujos)	Estándar (Manuales de juego)
Charlar	USD 0,007 / 1 unidad	USD 0,012 / 1 unidad
Voz	USD 0,001 / 1 segundo	USD 0,002 / 1 segundo

Ilustración 3: Precios del asistente virtual de Google
Fuente: claoud.google.com

4. Open Ai

OpenAI ofrece la familia de modelos GPT (Generative Pre-trained Transformer), ampliamente utilizada para tareas de comprensión y generación de lenguaje natural. La versión GPT-4 y su versión optimizada GPT-4o (omni) son las más recientes en 2025, destacando por su capacidad multimodal (texto, imagen y audio) y su flexibilidad para integrarse mediante la API oficial de OpenAI para Python.

En cuanto a precios, el modelo GPT-4o tiene un costo de USD 2,50 por millón de tokens de entrada y USD 10,00 por millón de tokens de salida, lo que lo convierte en una opción significativamente más económica que otros modelos de su categoría. Además, OpenAI dispone de planes gratuitos limitados y escalables según el uso, lo que permite iniciar pruebas sin costo (OpenAI, 2025).

GPT-4.1	GPT-4.1 mini	GPT-4.1 nano	o4-mini
Precio de la optimización Entrada: USD 3.00/1 millón de tokens Entrada en caché: USD 0.75/1 millón de tokens Salida: USD 12.00/1 millón de tokens Entrenamiento: USD 25.00/1 millón de tokens	Precio de la optimización Entrada: USD 0.80/1 millón de tokens Entrada en caché: USD 0.20/1 millón de tokens Salida: USD 3.20/1 millón de tokens Entrenamiento: USD 5.00/1 millón de tokens	Precio de la optimización Entrada: USD 0.20/1 millón de tokens Entrada en caché: USD 0.05/1 millón de tokens Salida: USD 0.80/1 millón de tokens Entrenamiento: USD 1.50/1 millón de tokens	Precio del refuerzo de la optimización Entrada: USD 4.00/1 millón de tokens Entrada en caché: USD 1.00/1 millón de tokens Salida: USD 16.00/1 millón de tokens Entrenamiento: USD 100.00 / hora de entrenamiento

Ilustración 4: Precios de Open Ai para aisstente virtuales que utilizan la versión GPT 4
Fuente: openai.com

3.3.3 Elección del modelo

Luego de analizar las distintas alternativas disponibles en el mercado, se realizó una estimación de costos aplicada a la aerolínea. Para ello, se recopilaron datos de todas las

llamadas diarias registradas entre febrero y agosto de 2025, considerando para cada una su duración, motivo y cantidad.

A partir de este análisis, se obtuvo un promedio de 58 segundos por llamada y un total de 404 llamadas mensuales.

Para estimar el volumen de información procesada, se utilizó como referencia a la profesora Emma Rodero, del Departamento de Comunicación de la Universitat Pompeu Fabra, quien señala que una comunicación efectiva se mantiene entre 170 y 190 palabras por minuto. Esta cifra se convirtió a caracteres, considerando que una palabra promedio tiene 5 caracteres más un espacio, es decir, 6 caracteres por palabra. (demostrado en el [anexo 4](#))

Con esto, se calculó la cantidad de caracteres correspondientes a una llamada de 58 segundos dentro del rango de 170 a 190 palabras por minuto. Posteriormente, este valor se dividió en dos para contemplar los costos de entrada y salida de cada modelo, y finalmente se multiplicó por las 404 llamadas mensuales, obteniéndose así el costo mensual estimado del servicio.

	TOTAL MENSUAL (USD)		
	170	180	190
WATSON	\$140,00	\$140,00	\$140,00
AMAZON LEX	\$149,45	\$158,25	\$167,04
DIALOGFLOW	\$796,69	\$843,55	\$890,42
OPEN AI 4	\$17,925	\$18,980	\$20,034

*Tabla 2: estimación de precio total mensual para modelo de inteligencia artificial
Fuente: basada en las llamadas mensuales de una aerolínea. Elaboración propia*

Con los resultados obtenidos se optó por implementar el modelo GPT-4 de OpenAI como base del asistente virtual. La decisión se fundamenta principalmente en la compatibilidad técnica con Python, el lenguaje empleado en el desarrollo del sistema, y en su flexibilidad para personalizar las respuestas según el contexto y las necesidades específicas de la operación. A diferencia de otras opciones como IBM Watson o Amazon Lex, que presentan costos iniciales más elevados y requieren infraestructura corporativa más compleja, GPT-4 ofrece una implementación ágil y accesible, ideal para una primera versión experimental.

Una vez es elegido el programa se procedió a crear el código central del asistente virtual. Para este paso, se utilizó la herramienta de Chat GPT brindándole inputs, de lo que era

necesario para el funcionamiento. Para crear el entorno de consultas que pudiera utilizar el tripulante se creó el entorno externo a través de flask, que integra un modelo de lenguaje con un sistema de recuperación de información documental (RAG: Retrieval-Augmented Generation). La aplicación se estructura sobre un backend central (app.py) que gestiona la lógica conversacional, la detección de contexto del usuario y la interacción con la API de OpenAI, y un frontend web compuesto por archivos HTML y CSS que permiten la interacción directa del usuario con el chatbot. La base de conocimiento del sistema se construye a partir de documentos normativos reales, organizados jerárquicamente en carpetas por país, rol operativo y, en el caso de Chile, por sindicato, lo que permite una segmentación normativa precisa y contextualizada.

El funcionamiento del sistema comienza cuando el usuario accede a la interfaz web y envía una consulta, la cual es procesada por el servidor Flask y enviada al motor lógico del chatbot. Este motor implementa un modelo conversacional con estado, que permite identificar progresivamente el contexto operacional del usuario mediante la detección automática del país de operación, el rol (tripulación de mando o cabina) y, cuando corresponde, el sindicato al que pertenece. Esta información se almacena en variables de sesión y se utiliza para cargar dinámicamente únicamente los documentos normativos que son aplicables a ese perfil específico, garantizando así que las respuestas se basen exclusivamente en la normativa correspondiente al contexto real del tripulante.

Una vez definido el contexto, el sistema activa el módulo de recuperación de información (RAG), el cual procesa los documentos cargados dividiéndolos en bloques semánticos y aplicando algoritmos de similitud textual mediante técnicas de fuzzy matching. A través de un sistema de puntuación ponderada, se selecciona el bloque de texto más relevante en relación con la pregunta del usuario, el cual es utilizado como contexto oficial para la generación de la respuesta. Este contexto es posteriormente inyectado en el modelo de lenguaje mediante un prompt estructurado que restringe explícitamente al modelo a responder únicamente con la información contenida en los documentos normativos, evitando la generación de contenido no fundamentado o externo.

Finalmente, el modelo de lenguaje genera una respuesta controlada, precisa y alineada con la normativa operacional oficial, la cual es enviada de vuelta al usuario a través de la interfaz web. De este modo, el sistema no opera como un chatbot genérico, sino como un asistente virtual normativo especializado, capaz de entregar información contextualizada, validada documentalmente y adaptada al perfil operativo del usuario. Esta arquitectura permite escalabilidad, modularidad y expansión futura del sistema, incorporando nuevos países, normativas, roles o bases documentales sin necesidad de modificar la lógica central, consolidando al asistente como una herramienta tecnológica aplicable a entornos reales de operación aeronáutica.

Se muestran imágenes de cómo se solicitó a Chat GPT el desarrollo en el [anexo 8](#).

3.4 MÉTRICAS

Las métricas se orientan a transformar la interacción entre la tripulación y el asistente virtual en información cuantificable, permitiendo analizar variables asociadas a la usabilidad del sistema, la calidad de la información entregada, la utilidad operativa, la rapidez de respuesta y la percepción general del usuario. De este modo, se busca establecer indicadores claros que permitan comparar resultados entre etapas, validar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y sustentar la toma de decisiones basada en datos.

Etapas 1

En esta primera iteración, la evaluación se centra en la implementación del Producto Mínimo Viable (PMV) en un entorno real controlado, donde se integran instrumentos de medición cuantitativos. Este enfoque permite no solo medir el desempeño técnico del chatbot, sino también evaluar su nivel de aceptación por parte de los usuarios finales, estableciendo una base para las fases posteriores de validación y escalamiento del sistema.

3.4.1 PMV en entorno real

Para evaluar el funcionamiento del chatbot en su primera etapa de implementación, el PMV fue trasladado a un entorno real controlado, donde se consideró la interacción de 20 tripulantes con el sistema. Posteriormente, los participantes completaron una encuesta de

satisfacción basada en una escala Likert de 1 a 5, lo que permitió obtener datos cuantificables para el análisis.

El objetivo de esta evaluación fue medir indicadores clave de desempeño, específicamente: usabilidad, claridad de la información, utilidad operativa y rapidez percibida del chatbot.

3.4.2 Encuesta de satisfacción

La encuesta aplicada ([ANEXO 5](#)) estuvo compuesta por 8 preguntas, de las cuales 5 se utilizaron directamente para la medición de indicadores mediante la escala Likert, evaluando los siguientes aspectos: facilidad de uso, claridad de las respuestas, adecuación de la información entregada, nivel de confiabilidad y tiempo de respuesta percibido.

Estos criterios se alinean directamente con las mediciones del Technology Acceptance Model (TAM). La dimensión de “Facilidad de Uso Percibida” se evalúa mediante la primera pregunta El chatbot es fácil de utilizar y el tiempo de respuestas es adecuado mientras que las dimensiones de claridad, adecuación de respuesta y confiabilidad se relacionan con la “Utilidad Percibida”, al medir el grado en que el sistema contribuye efectivamente a mejorar el desempeño del usuario en la resolución de consultas operativas. De esta manera, el instrumento aplicado permite evaluar no solo el desempeño funcional del chatbot, sino también su aceptación tecnológica desde un marco teórico validado en estudios de adopción de sistemas de información.

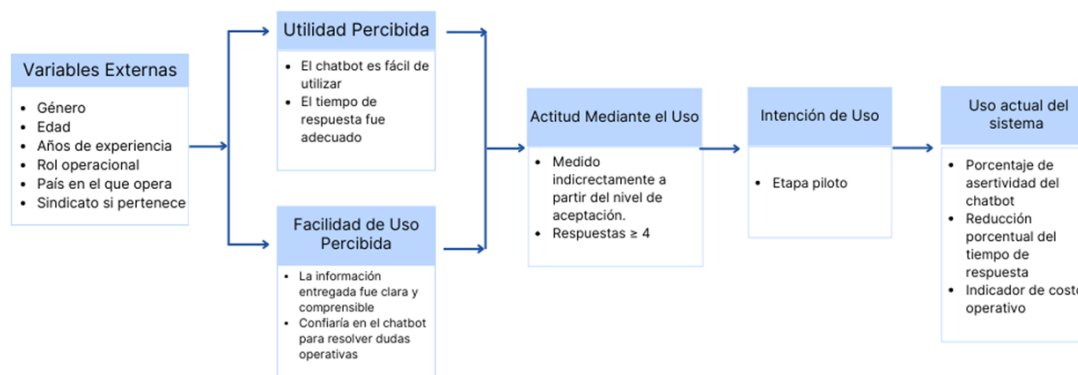


Ilustración 5: Criterios TAM evaluados.

Fuente: Basado en el modelo de Garzon, J.(2010) Modelos de adopción y aceptación de tecnologías aplicados a las TIC.

Se obtuvieron 20 respuestas válidas, correspondientes a una muestra segmentada en: 7 tripulantes de mando, 7 tripulantes de cabina representantes del sindicato 1 y 6 tripulantes de cabina representantes del sindicato 2, cuyos resultados se presentan en el [ANEXO 6](#).

3.4.3 Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados, a cada nivel de la escala Likert se le asignó un valor numérico estandarizado, lo que permitió transformar las percepciones cualitativas de los participantes en variables cuantificables y comparables, facilitando su procesamiento estadístico, tal como se muestra en la imagen correspondiente.

ANÁLISIS

Escala Likert	Valores	
Totalmente de acuerdo	5	Evaluación Positiva
De acuerdo	4	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	Neutral
En desacuerdo	2	Negativa
Totalmente en desacuerdo	1	

Ilustración 6: Asignación de valores a encuesta Likert
Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de estos resultados, se calculó el promedio de respuestas para cada indicador, obteniéndose un valor global de 3,76, el cual se sitúa entre una evaluación neutral- positiva, de acuerdo con la escala de valores asignada.

Indicadores	Promedio
Facilidad de uso	3,65
Claridad	3,20
Respuesta adecuada	3,90
Confianza	3,65
Tiempo de respuesta	4,40
	3,76

Ilustración 7: Resultado promedio de cada indicador.
Fuente: Elaboración propia

Dado que el resultado global no fue estadísticamente significativo, ya que fue menor a 4, se realizó un análisis de aceptación complementario. Para ello, se consideraron exclusivamente

las respuestas iguales o superiores a 4, interpretadas como evaluaciones positivas para cada uno de los indicadores analizados, sobre un total de 100 respuestas obtenidas.

Del total, 66 respuestas correspondieron a valoraciones positivas, lo que representa un 66 % de aceptación del funcionamiento del chatbot por parte de la muestra evaluada.

Aceptación	
Total encuestados = 20	20*5=100 respuestas
Preguntas de escala likert = 5	
Indicador	Respuestas >= 4
Facilidad de uso	11
Claridad	9
Respuesta adecuada	15
Confianza	12
Tiempo de respuesta	19
	66
Aceptación =	66%

Ilustración 8: Análisis de aceptación del chatbot
Fuente: Elaboración propia

3.5 VALIDAR HIPÓTESIS

La validación de la hipótesis constituye una etapa final clave dentro del proceso metodológico del estudio, ya que permite determinar si el proyecto cumple con los supuestos planteados y valida el funcionamiento del modelo propuesto. Este proceso define si el Producto Mínimo Viable (PMV) puede avanzar hacia una etapa de mejora y optimización progresiva, o si, por el contrario, resulta necesario pivotar el enfoque, identificando de manera precisa las debilidades del modelo y los factores que limitaron su desempeño.

3.5.1 Matriz de validación de hipótesis

Matriz de Validación Etapa 1				
Hipótesis	Detalle			
Problema	El 51,9% no recibe respuesta a sus preguntas cuando la necesita			
	Cada 2 de 3 tripulantes no reciben respuesta			
	Existen direncias de respuestas entre ejecutivos			
	Cuando llaman el telefono se encuentra ocupado			
Segmento	Tripulación de mando base Chile			
	Tripulación de cabina sindicato 1 base Chile			
	Tripulación de cabina sindicato 2 base Chile			
Solución	El uso del chatbot permite reducir el tiempo de respuesta y aumentar la satisfacción de los tripulantes durante la resolución de consultas			
Validación (Muestra de 20 tripulantes)				
Indicador	Instrumento	Resultado	Criterio de Validación	Estado
Facilidad de uso	Encuesta Likert 1-5	Promedio 3,65	≥ 3,0	Validada
Claridad	Encuesta Likert 1-5	Promedio 3,20	≥ 3,0	Neutral
Respuesta adecuada	Encuesta Likert 1-5	Promedio 3,90	≥ 3,0	Validada
Confianza	Encuesta Likert 1-5	Promedio 3,65	≥ 3,0	Validada
Tiempo de respuesta	Encuesta Likert 1-5	Promedio 4,40	≥ 3,0	Validada
Aceptación global	% respuestas ≥ 4	66%	≥ 60%	Validada
Conclusiones				
La hipótesis es validada, según los resultados				
La aceptación global supera el umbral el objetivo del 60%				
Existen brechas claras (claridad y confianza)				
Los resultados permiten validar la aceptación funcional del chatbot en su etapa inicial, identificando oportunidades de mejora que fundamentan la iteración y expansión del sistema en una segunda etapa.				

Figura 15: Validación de la hipótesis primera etapa

Fuente: Elaboración propia basada en el cuadro de validación de HIPC. Escuela CERTUS

A partir de la matriz de validación, se concluye que existe una aceptación parcial del chatbot respecto de los criterios evaluados. No obstante, la hipótesis se acepta, dado que se cumple el umbral mínimo de aceptación definido del 60 %.

3.5.2 Alfa de Cronbach

Finalmente, para evaluar la confiabilidad del instrumento de medición (encuesta), se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0,76, lo que indica un nivel de confiabilidad bueno de la herramienta, conforme a los criterios metodológicos aceptados, tal como se presenta en el [Anexo 7](#).



Figura 16: Interpretación Alfa de Cronbach.

Fuente: Cho, E. y Kim, S. (2015). Coeficiente Alfa de Cronbach: Bien conocido, pero poco comprendido. Métodos de Investigación Organizacional.

3.6 MEJORAR PMV

La etapa de mejora del Producto Mínimo Viable (PMV) corresponde a la segunda iteración del proceso de implementación del chatbot y se fundamenta en los resultados obtenidos durante la fase inicial de evaluación. A partir del análisis de desempeño, los niveles de aceptación y las oportunidades de mejora identificadas en la primera etapa, se realizó la incorporación de las otras 3 bases y se mejoró la redacción de las preguntas y respuestas creadas en la base de datos.

Etapa 2

Esta segunda etapa tiene como propósito validar la evolución del modelo en un entorno real controlado más amplio, incorporando una muestra representativa de tripulantes de distintas bases operativas y países, con el fin de evaluar la escalabilidad del sistema, su consistencia en distintos contextos operacionales y su impacto en la eficiencia del área de roles.

3.6.1 PMV en entorno real

Para evaluar el funcionamiento del chatbot en su segunda etapa de implementación, el PMV fue trasladado a un entorno real controlado, donde se consideró la interacción de 50 tripulantes con el sistema.

3.6.2 Encuesta de satisfacción

Posteriormente, los participantes completaron una encuesta de satisfacción basada en una escala Likert de 1 a 5, lo que permitió obtener datos cuantificables para el análisis.

El objetivo de esta evaluación fue medir indicadores clave de desempeño, específicamente: usabilidad, claridad de la información, utilidad operativa y rapidez percibida del chatbot. Utilizando la misma encuesta de la iteración 1.

Se obtuvieron 50 respuestas válidas, correspondientes a una muestra segmentada en: 7 tripulantes de mando, 7 tripulantes de cabina representantes de Chile, 6 tripulantes de mando, 5 tripulantes de cabina representantes de Colombia, 8 tripulantes de mando, 7 tripulantes de cabina representantes de Argentina y 5 tripulantes de mando, 6 tripulantes de cabina representantes de Perú,

3.6.3 Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados, a cada nivel de la escala Likert se le asignó un valor numérico estandarizado, lo que permitió transformar las percepciones cualitativas de los participantes en variables cuantificables y comparables, facilitando su procesamiento estadístico, tal como se muestra en la imagen correspondiente.

Escala Likert	Valores	
Totalmente de acuerdo	5	Evaluación Positiva
De acuerdo	4	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	Neutral
En desacuerdo	2	Negativa
Totalmente en desacuerdo	1	

*Ilustración 9: Asignación de valores a encuesta Likert.
Fuente: Elaboración propia.*

Para el análisis de estos resultados, se calculó el promedio de respuestas para cada indicador, obteniéndose un valor global de 4,04, el cual se sitúa en una evaluación positiva, de acuerdo con la escala de valores asignada.

Indicadores	Promedio
Facilidad de uso	4,42
Claridad	3,46
Respuesta adecuada	4,00
Confianza	4,04
Tiempo de respuesta	4,26
	<u>4,04</u>

Figura 17: Valor de los indicadores.
Fuente: Elaboración propia.

Se realizó también el análisis de aceptación complementario. Para ello, se consideraron exclusivamente las respuestas iguales o superiores a 4, interpretadas como evaluaciones positivas para cada uno de los indicadores analizados, sobre un total de 250 respuestas obtenidas, 191 respuestas correspondieron a valoraciones positivas, lo que representa un 76% de aceptación del funcionamiento del chatbot por parte de la muestra evaluada.

Aceptación	
Total encuestados = 50	50*5=250 respuestas
Preguntas de escala likert = 5	
Indicador	Respuestas >= 4
Facilidad de uso	46
Claridad	26
Respuesta adecuada	35
Confianza	39
Tiempo de respuesta	45
	<u>191</u>
Aceptación =	76%

Figura 18: Porcentaje de aceptación.
Fuente: Elaboración propia.

3.6.4 Matriz de validación

La matriz de validación de la segunda etapa tiene como objetivo evaluar el desempeño del chatbot tras la implementación de mejoras derivadas del análisis de la primera iteración del

PMV. Esta herramienta metodológica permite contrastar la hipótesis de investigación con resultados obtenidos en un entorno real controlado, considerando indicadores de usabilidad, calidad de la información, confianza, adecuación de las respuestas, tiempo de respuesta y nivel de aceptación global por parte de los tripulantes.

A diferencia de la primera etapa, esta fase incorpora una muestra más amplia y representativa, lo que permite una evaluación más robusta del funcionamiento del sistema y de su impacto operativo.

Matriz de Validación Etapa 2				
Hipótesis	Detalle			
Problema	El 51,9% no recibe respuesta a sus preguntas cuando la necesita			
	Cada 2 de 3 tripulantes no reciben respuesta			
	Existen direncias de respuestas entre ejecutivos			
	Cuando llaman el telefono se encuentra ocupado			
Segmento	Tripulación de mando base Chile - Colombia - Argentina - Perú			
	Tripulación de cabina sindicato 1 base Chile			
	Tripulación de cabina sindicato 2 base Chile			
Solución	El uso del chatbot permite reducir el tiempo de respuesta y aumentar la satisfacción de los tripulantes durante la resolución de consultas			
Validación (Muestra de 20 tripulantes)				
Indicador	Instrumento	Resultado	Criterio de Validación	Estado
Facilidad de uso	Encuesta Likert 1-5	Promedio 4,42	≥ 3,0	Validada
Claridad	Encuesta Likert 1-5	Promedio 3,46	≥ 3,0	Parcialmente validada
Respuesta adecuada	Encuesta Likert 1-5	Promedio 4,00	≥ 3,0	Validada
Confianza	Encuesta Likert 1-5	Promedio 4,04	≥ 3,0	Validada
Tiempo de respuesta	Encuesta Likert 1-5	Promedio 4,26	≥ 3,0	Validada
Aceptación global	% respuestas ≥ 4	76%	≥ 60%	Validada
Conclusiones				
La hipótesis está totalmente validada, según los resultados es parcialmente validada				
La aceptación global supera el umbral el objetivo del 60%				
Existe posibilidad de mejora respecto a la claridad en las respuestas del chatbot				
Los resultados permiten validar la aceptación funcional del chatbot para su segunda etapa, identificando oportunidades de mejora.				

Figura 19: Validación de la hipótesis segunda etapa

Fuente: Elaboración propia basad en el cuadro de validación de HIPC. Escuela CERTUS

Los resultados obtenidos en la matriz de validación de la segunda etapa evidencian una validación global positiva de la hipótesis planteada, demostrando que el uso del chatbot contribuye de manera efectiva a la reducción de los tiempos de respuesta y al aumento del nivel de satisfacción de los tripulantes durante la resolución de consultas operacionales. Los indicadores evaluados superan los criterios mínimos de validación definidos, destacando especialmente la facilidad de uso, la adecuación de las respuestas, la confianza en el sistema y el tiempo de respuesta, los cuales presentan niveles de validación consistentes.

Asimismo, el nivel de aceptación global alcanza un 76 %, superando el umbral mínimo del 60 % establecido como criterio de aceptación del modelo, lo que permite afirmar que el sistema es funcionalmente aceptado por la muestra evaluada. No obstante, el análisis también evidencia oportunidades de mejora, particularmente en el indicador de claridad de las respuestas, lo que refuerza la necesidad de continuar con procesos iterativos de optimización.

3.6.5 Pruebas internas

Adicionalmente, para esta segunda etapa del chatbot se realiza una serie de pruebas internas para evaluar el funcionamiento del chatbot.

A partir del análisis de la información obtenida de las llamadas registradas entre febrero y agosto de 2025, se identificó que los motivos de consulta más recurrentes correspondían a consultas generales, instrucción y movilización.

ENERO A SEPTIEMBRE 2025	
MOTIVO	TOTAL LLAMADAS
CONSULTAS GRLES	316
INSTRUCCION	33
MOVILIZACION	848

Figura 20: Cantidad de llamadas según motivo.

Fuente: Elaboración propia según la data de enero a febrero del teléfono de una aerolínea.

Con base en estos resultados, se diseñaron 50 preguntas distribuidas entre las cuatro bases operativas, considerando que en Argentina y Colombia no existe el sistema de movilización para las tripulaciones.

MOTIVO	BASE			
	CHILE	COLOMBIA	ARGENTINA	PERU
CONSULTAS GRLES	10	5	10	5
INSTRUCCION	5	3	3	3
MOVILIZACION	3	0	0	3

Figura 21: Distribución de preguntas.

Fuente: Elaboración propia

Para cada pregunta, se identificó si la respuesta entregada por el chatbot era correcta o no, así como el tiempo de respuesta transcurrido desde el envío de la consulta hasta la entrega de la respuesta por parte del sistema. A partir de esta evaluación, se obtuvieron los siguientes resultados:

CHILE				
MOTIVO	N°	Pregunta	¿Correcta?	Tiempo
CONSULTAS GRLES	1	¿Puedo tener un turno de menos de 12 horas?	Si	0:00:05
	2	¿Hasta que hora me pueden asignar un vuelo si tengo no duty	No	0:00:04
	3	¿porqué tengo descanso hasta las 7 am despues de un vuelo?	Si	0:00:03
	4	¿Cuando me corresponde viático extra?	Si	0:00:04
	5	¿Cuando debo cumplir el descanso de 106 horas?	No	0:00:04
	6	¿Con cuánta anticipación debe la empresa publicar el rol de vuelo?	Si	0:00:03
	7	¿Se puede modificar un vuelo después de iniciado el periodo de servicio?	Si	0:00:04
	8	¿Recibo un pago por pinchar un libre?	No	0:00:03
	9	¿Recibo un pago por vuelos madrugones?	No	0:00:03
	10	¿Cómo solicito vuelos?	Si	0:00:03
INSTRUCCIÓN	1	Si soy TEA, ¿puedo operar como TS?	No	0:00:04
	2	¿Cuanto descanso deben tener los entrenamientos en tierra?	Si	0:00:03
	3	¿Quién paga la renovación de licencias y MAE?	Si	0:00:03
	4	¿Cómo se remunera el PS?	Si	0:00:05
	5	¿Existe pago por reentrenamientos y ditching?	Si	0:00:04
Movilización	1	¿Todos tienen derecho al beneficio de movilización?	Si	0:00:03
	2	¿Que hago si movilización no responde?	Si	0:00:04
	3	¿Cuanto tiempo tengo para llegar al aeropuerto una vez activado mi turno?	No	0:00:05

COLOMBIA				
MOTIVO	N°	Pregunta	¿Correcta?	Tiempo
CONSULTAS GRLES	1	¿Qué modificaciones no generan compensación?	Si	0:00:05
	2	¿Cuántas de tiempo de servicio de vuelo tienen en máximo en 24h?	Si	0:00:03
	3	¿Cuándo se permite la doble asignación?	No	0:00:04
	4	Si estoy en base y mi vuelo dura 8 horas o menos, ¿cuánto descanso me corresponde?	Si	0:00:04
	5	¿Cuántos días de descanso debo tener si tuve 6 asignaciones consecutivas?	Si	0:00:04
INSTRUCCIÓN	1	¿Puede el entrenamiento de vuelo ser la última asignación del día?	Si	0:00:03
	2	¿Cuántas horas máximas puedo tener en actividades de entrenamiento en un día?	No	0:00:02
	3	¿Puedo tener simulador o escuela el mismo día que vuelo o reserva?	Si	0:00:03
Movilización	-	-		

ARGENTINA				
MOTIVO	N°	Pregunta	¿Correcta?	Tiempo
CONSULTAS GRLES	1	¿Qué actividades se consideran dentro del tiempo de servicio?	Si	0:00:04
	2	¿Puedo retornar a mi base como pasajero si ya tengo mi periodo de servio vencido?	No	0:00:02
	3	¿Se compensan los feriados trabajados?	Si	0:00:02
	4	¿Me puedo negar a una cuarta modificación del rol?	Si	0:00:03
	5	¿Puedo tener 2 reservas consecutivas?	Si	0:00:03
	6	¿Simpre voy a tener 10 horas de descanso?	Si	0:00:04
	7	¿Me pueden dejar en stand by mas de 4 horas?	No	0:00:02
	8	¿Me pueden extender el tiempo de servicio del máximo permitivo?	Si	0:00:03
	9	¿Cuántas horas consecutivas debo tener de descanso en 1 semana?	Si	0:00:04
	10	¿Cuántas horas pueden reprogramarme un vuelo el mismo día?	Si	0:00:04
INSTRUCCIÓN	1	¿Cuándo voy a simulador se considera tiempo de servio o tiempo de servicio de vuelo?	Si	0:00:02
	2	¿Puedo operar sin tener convalidación CC?	Si	0:00:03
	3	¿Me puedo negar a realizar algún tiempo de servicio?	Si	0:00:03
Movilización	-	-		

PERU				
MOTIVO	N°	Pregunta	¿Correcta?	Tiempo
CONSULTAS GRLES	1	¿Cuántas horas puedo extender el periodo de servicio?	No	0:00:03
	2	¿Cuál es el máximo de horas de vuelo en 1 mes?	Si	0:00:03
	3	¿Puedo tener más de 8 horas de periodo de servicio de vuelo en 24 horas?	Si	0:00:04
	4	¿Pueden asignarme alguna actividad terrestre si tengo día libre?	Si	0:00:04
	5	¿Pueden modificar mi asignación el mismo día?	No	0:00:02
INSTRUCCIÓN	1	¿Qué requisitos generales debe cumplir un piloto para operar bajo RAP 121?	Si	0:00:03
	2	¿Las estadías por instrucción o mantenimiento cuentan cómo gira?	Si	0:00:02
	3	¿Puede asignarse instrucción al inicio o término de una jornada?	Si	0:00:03
Movilización	1	¿Cuánto tiempo es considerado a la movilización?	Si	0:00:02
	2	¿Puedo cumplir mi descanso en el móvil?	No	0:00:02
	3	¿En cuánto tiempo de llegar al aeropuerto una vez activado el turno?	si	0:00:02

3.6.6 Indicadores

Porcentaje de asertividad

Este indicador tiene como objetivo evaluar la precisión y confiabilidad del chatbot para entregar respuestas correctas y útiles a las consultas realizadas por la tripulación, sin necesidad de corrección posterior ni derivación al ejecutivo de turno.

Se expresa como el porcentaje de consultas en las que el chatbot entrega una respuesta considerada correcta, clara y alineada con la normativa o procedimientos operacionales vigentes respecto a la cantidad de preguntas que le realiza.

Analizando los datos obtenidos, se obtiene el porcentaje de respuestas correctas que proporcionó el chatbot para cada base y los 3 motivos evaluados demostrado en el [Anexo 9](#) obteniendo finalmente un promedio final de asertividad de un 76%.

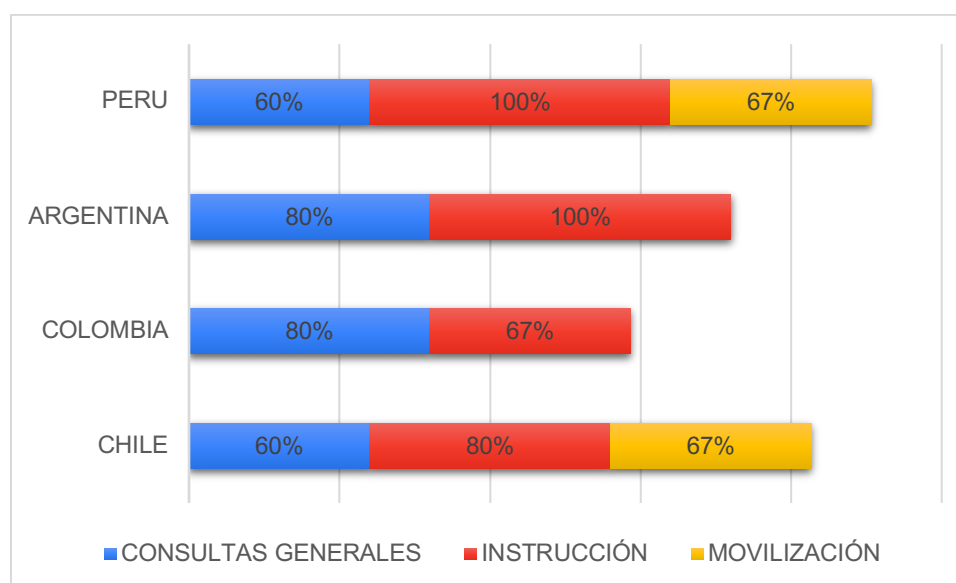


Ilustración 10: Porcentaje de asertividad del chatbot.

Fuente: Elaboración propia.

Comparación del tiempo de respuesta entre el ejecutivo de turno y el chatbot

Este indicador tiene como objetivo analizar la diferencia en los tiempos de respuesta entre la atención de consultas operativas realizadas por un ejecutivo de turno mediante llamada telefónica y aquellas resueltas por el chatbot ante consultas equivalentes.

El propósito de esta comparación es cuantificar la reducción de los tiempos de respuesta, evidenciando mejoras en la eficiencia operativa y en la disponibilidad oportuna de información para la tripulación.

Para su medición, se obtuvo la duración promedio de las llamadas atendidas por el ejecutivo de turno durante el período comprendido entre los meses de febrero y agosto de 2025, aplicando filtros por base operativa y motivo de consulta. A partir de este procesamiento de datos, se determinó un promedio general de atención de 1 minuto y 37 segundos (97 segundos) por consulta, tal como se presenta en el [Anexo 10](#).

Reducción porcentual del tiempo de respuesta

El tiempo promedio de respuesta del chatbot representa una reducción del 97% en comparación con el tiempo de atención del ejecutivo de turno, lo que evidencia una disminución significativa en los tiempos de espera para la tripulación.

Este resultado se detalla en el [Anexo 11](#).

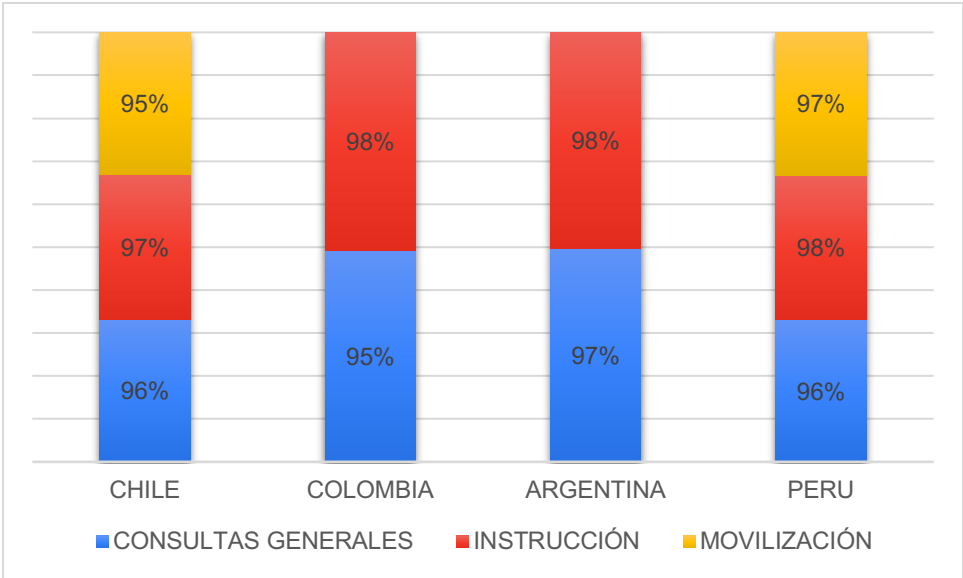


*Ilustración 11: Reducción porcentual del tiempo del chatbot.
Fuente: Elaboración propia*

Factor de aceleración positiva

A partir de la relación entre ambos tiempos, se obtiene el factor de aceleración positiva, el cual indica que el chatbot puede ser, en promedio, hasta 32 veces más rápido que el ejecutivo de turno en la resolución de consultas operativas.

Este indicador se encuentra desarrollado en el [Anexo 12](#).

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación del chatbot genera una reducción significativa y medible en los tiempos de atención de consultas operativas, pasando de un promedio de 97 segundos por consulta en atención humana a 3 segundos mediante el asistente virtual.

Esta diferencia se traduce en una disminución directa de los tiempos de espera de la tripulación, lo que impacta de forma concreta en la rapidez de acceso a información crítica para la operación.

Índice de eficiencia temporal

Finalmente, se calcula el índice de eficiencia temporal, el cual representa la proporción del tiempo utilizado por el chatbot en relación con el tiempo humano. Los resultados muestran que el chatbot utiliza aproximadamente solo el 3% del tiempo que requiere el ejecutivo de turno para responder una consulta equivalente.

Este análisis se presenta en detalle en el [Anexo 13](#).

Indicador de costo operativo

El indicador de ahorro de tiempo y costo operativo permite estimar el impacto económico asociado a la implementación del chatbot, considerando la reducción del tiempo destinado por el ejecutivo de turno a la atención de consultas operativas, las cuales son resueltas de forma automática por el asistente virtual.

El ahorro económico mensual se obtiene a partir del cálculo del tiempo total ahorrado, derivado de la diferencia entre el tiempo promedio de atención humana y el tiempo de respuesta del chatbot, multiplicado por el número de consultas mensuales, y posteriormente valorizado mediante el costo horario del sistema de ejecutivos de turno.

Definición de Variables:

T_e = Tiempo promedio por consulta del ejecutivo (segundos)

T_c = Tiempo promedio por consulta del chatbot (segundos)

N = Número de consultas mensuales

C_h = Costo por hora del ejecutivo (CLP/h)

A_t = Ahorro total de tiempo mensual (horas)

A_e = Ahorro económico mensual (CLPPUDES INDICAR SI)

$$T_e = 97 [s]$$

$$T_c = 3 [s]$$

$$N = 404$$

$$C_h = \frac{\text{Costo mensual}}{\text{Horas mensuales}} = \frac{\text{Sueldo mensual de los 7 ejecutivos}}{\text{Horas mensuales}}$$

$$\text{Horas mensuales} = 8,5 \left[\frac{h}{\text{día}} \right] \times 30 \text{ días} = 255 \left[\frac{h}{\text{mes}} \right]$$

$$\text{Horas mensuales} = 255 \left[\frac{h}{\text{mes}} \right] \times 7_{\text{ejecutivos}} = 1785 \left[\frac{h}{\text{mes}} \right]$$

$$C_h = \frac{7_{\text{ejecutivos}} \times 1.000.000}{1785 \left[\frac{h}{\text{mes}} \right]} = \$3.922 [h]$$

$$A_t = \frac{\Delta T \times N}{3.600} = \frac{(97 [s] - 3[s]) \times 404}{3600} = 10,55 [h]$$

$$A_c = A_t \times C_h$$

$$A_c = 10,55 \times 3.922 = \$ 41.363$$

Finalmente, se puede decir, que el ahorro económico estimado no se interpreta como una reducción de dotación de personal ni como la eliminación de cargos operativos. Este valor representa una optimización del uso del tiempo laboral del sistema de ejecutivos de turno, producto de la automatización de consultas repetitivas mediante el chatbot.

En términos operativos, el sistema presenta un ahorro aproximado de 10,5 horas mensuales, lo que se traduce en una redistribución de la carga de trabajo, permitiendo que los ejecutivos de turno concentren su labor en funciones de mayor complejidad y valor estratégico para la operación, tales como la gestión de irregularidades, la toma de decisiones operativas, la coordinación de contingencias y la supervisión de procesos críticos. Considerando un costo

operativo mensual del chatbot de \$20.034 CLP y un ahorro estimado de \$41.363 CLP mensuales en horas operativas, el sistema no solo cubre su costo de funcionamiento, sino que genera un beneficio neto aproximado de \$21.329 CLP mensuales. Esto equivale a un retorno del 106% sobre el costo operativo, lo que evidencia que la implementación del asistente virtual resulta económicamente viable desde el primer mes de operación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de este proyecto permitió demostrar que la implementación de un asistente virtual basado en inteligencia artificial constituye una solución efectiva para optimizar la gestión de consultas operacionales entre tripulaciones y ejecutivo de turno. Los resultados obtenidos no solo validan la viabilidad técnica del sistema, sino también su impacto directo en la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la sostenibilidad del modelo de atención.

El diagnóstico inicial evidenció una sobrecarga estructural del canal humano, donde cada ejecutivo de turno recibe en promedio más de 100 mensajes por turno, junto a un flujo aproximado de 30 llamadas diarias no respondidas, producto de saturación del canal telefónico. A nivel mensual, se registran aproximadamente 404 llamadas promedio, muchas de las cuales corresponden a consultas repetitivas, informativas y normativas, lo que refleja una alta ineficiencia del modelo tradicional de atención y una dependencia excesiva del recurso humano como único canal de respuesta.

La implementación del chatbot permitió automatizar este tipo de consultas, reduciendo la presión operativa sobre el ejecutivo de turno, estandarizando la información entregada y disminuyendo la fragmentación de respuestas entre distintos operadores. Este efecto se ve reflejado en los resultados de validación del PMV en entorno real, donde la segunda iteración del sistema alcanzó una aceptación global del 76 %, superando el umbral mínimo definido del 60 %, junto con indicadores positivos en facilidad de uso (4,42), adecuación de respuestas (4,00), confianza (4,04) y tiempo de respuesta (4,26).

Desde una perspectiva económica, el modelo propuesto demuestra además una alta eficiencia en costos de implementación y operación. El análisis comparativo de plataformas de inteligencia artificial evidencia que soluciones tradicionales como Watson, Amazon Lex y Dialogflow presentan costos mensuales que oscilan entre USD 140 y USD 890, mientras que la implementación basada en OpenAI presenta un costo operacional estimado de aproximadamente USD 17,9 a USD 20,0 mensuales, representando una reducción sustancial del gasto tecnológico frente a plataformas comerciales de mayor costo. Esta diferencia

económica posiciona al modelo propuesto como una solución no solo funcional, sino también financieramente sostenible y escalable.

A nivel organizacional, el impacto del sistema se traduce en la optimización del tiempo operativo del ejecutivo de turno, disminución de interrupciones constantes, reducción de multitarea crítica, y mejora en la calidad de la toma de decisiones, al liberar recursos humanos de tareas repetitivas y de bajo valor estratégico. Paralelamente, para los tripulantes, el chatbot representa un canal de acceso inmediato, permanente y estandarizado a la información, eliminando tiempos de espera, llamadas no respondidas y respuestas inconsistentes.

En consecuencia, los resultados permiten validar la hipótesis general del estudio, confirmando que el uso de un chatbot basado en inteligencia artificial mejora significativamente la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la percepción de satisfacción de los usuarios, consolidándose como una herramienta estratégica de apoyo a la gestión operacional.

A partir de los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones para futuras etapas de desarrollo y escalamiento del sistema:

1. Integrar el chatbot con sistemas internos de la aerolínea (roles, planificación, movilización, licencias, asignaciones), lo que permitiría evolucionar desde un modelo informativo a un modelo transaccional, capaz de ejecutar acciones y no solo entregar información.
2. Integrar el asistente virtual para que funcione directamente vía whatsapp.
3. Expandir progresivamente el alcance funcional del asistente virtual, incorporando nuevas categorías de consulta, gestión de solicitudes automáticas y derivaciones inteligentes según tipo de requerimiento.
4. Evaluar la escalabilidad del modelo a otras áreas operativas, como mantenimiento o despacho, ampliando el impacto organizacional del asistente virtual.

ANEXOS

Anexo 1: Evolución de los chatbots

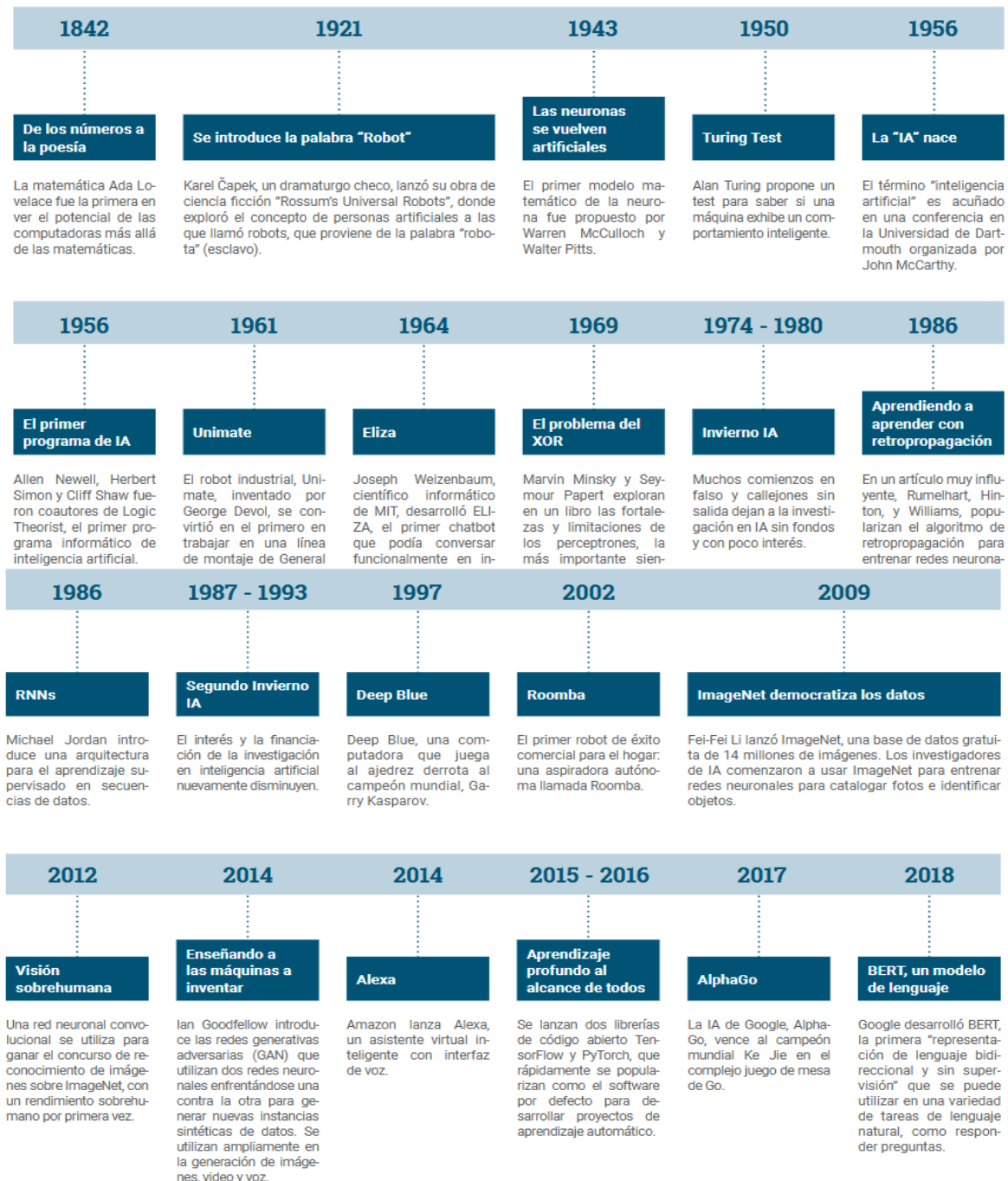
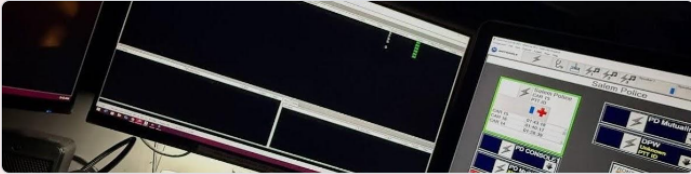


Figura 22: Extracto de la evolución de los chatbot

Fuente: Historia y evolución de la inteligencia artificial (Abeliuk, 2021)

Anexo 2: Encuesta de implementación de un asistente virtual



Implementación de un asistente virtual

Nos gustaría recibir tus opiniones o comentarios respecto a la implementación de un asistente virtual dentro de la empresa.

mariadelmar8346@gmail.com [Cambiar cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

¿Cuáles son los canales que usas actualmente para comunicarte con el ejecutivo de turno? *

☐ Mensaje de Whatsapp

☐ Llamada telefónica

☐ Correo electrónico

¿En qué situaciones o momentos específicos necesitas contactar al ejecutivo de turno con mayor frecuencia? *

Tu respuesta

¿Con qué frecuencia necesitas hacer consultas relacionadas a tu rol u

Figura 23: Encuesta actual para tripulantes

Fuente: Pantallazo de la encuesta propia

URL:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfDiGLc5_MNQD1t3UuPqKLhruuEQ5Xl6Qbn_qH0Eh9O2skFBw/viewform?usp=dialog

Anexo 3: Resultados de encuesta

# R	Canales	Frecuencia Contacto	Consultas Comunes (Reglamentación, Viáticos)	Tiempo respuesta Adecuada	No Recibió Respuesta
1	Llamada telefónica	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación operativa (ej. Duty Time, Rest Time).	No	Sí
2	Mensaje de Whatsapp	Todos los días	Consultas sobre el estado de un viático pendiente o liquidaciones.	No	Sí
3	Correo electrónico	Ocasionalmente	Problemas al confirmar los números de reserva de los deadheads.	Sí	No
4	Llamada telefónica	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación operativa (ej. Duty Time, Rest Time).	No	Sí
5	Mensaje de Whatsapp	Todos los días	Problemas al confirmar los números de reserva de los deadheads.	No	Sí
6	Llamada telefónica	Casi nunca	Preguntas sobre reglamentación operativa (ej. Duty Time, Rest Time).	Sí	No
7	Correo electrónico	Ocasionalmente	Preguntas sobre reglamentación de descansos	No	Sí
8	Mensaje de Whatsapp	Todos los días	Preguntas sobre reglamentación operativa (ej. Duty Time, Rest Time).	Sí	No
9	Llamada telefónica	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación de descansos	No	Sí
10	Correo electrónico	Ocasionalmente	Preguntas sobre reglamentación de descansos	Sí	Sí
11	Llamada telefónica	Todos los días	Preguntas sobre reglamentación de Duty/Rest Time.	No	Sí
12	Mensaje de Whatsapp	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación de descansos	Sí	No
13	Llamada telefónica	Todos los días	Problemas al confirmar números de reserva de deadheads.	No	Sí
14	Mensaje de Whatsapp	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación operativa por cambios.	Sí	No
15	Llamada telefónica	Todos los días	Preguntas sobre reglamentación de Rest Time mínimo.	No	Sí
16	Mensaje de Whatsapp	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación de descansos	Sí	No
17	Llamada telefónica	Todos los días	Preguntas sobre movilización	No	Sí
18	Mensaje de Whatsapp	Casi todos los días	Preguntas sobre reglamentación operativa (visas, documentos).	Sí	No
19	Llamada telefónica	Todos los días	Preguntas sobre movilización	No	Sí
20	Mensaje de Whatsapp	Casi todos los días	Preguntas sobre movilización	Sí	No

# R	Dificultades	Mejorar Aspecto
1	El teléfono ocupado cuando necesito una respuesta rápida para validar un vuelo.	La claridad y rapidez en la respuesta sobre el rol y la validación de vuelos.
2	Que no me puedan resolver dudas específicas sobre la reglamentación al momento y toca esperar.	Que exista un registro formal de la consulta, especialmente sobre la reglamentación.
3	La diferencia de criterios entre un ejecutivo y otro sobre el cálculo de viáticos.	La disponibilidad 24/7 para resolver temas de números de reserva en escalas nocturnas.
4	El teléfono ocupado cuando necesito una respuesta rápida para validar un vuelo.	La claridad y rapidez en la respuesta sobre el rol y la validación de vuelos.
5	Que no me puedan resolver dudas específicas sobre la reglamentación al momento y toca esperar.	Que exista un registro formal de la consulta, especialmente sobre la reglamentación.
6	La diferencia de criterios entre un ejecutivo y otro	La disponibilidad 24/7 para resolver temas de números de reserva en escalas nocturnas.
7	El teléfono ocupado cuando necesito una respuesta rápida para validar un vuelo.	La claridad y rapidez en la respuesta sobre el rol y la validación de vuelos.
8	Que no me puedan resolver dudas específicas sobre la reglamentación al momento y toca esperar.	Que exista un registro formal de la consulta, especialmente sobre la reglamentación.
9	El teléfono ocupado cuando necesito una respuesta rápida para validar un vuelo.	La disponibilidad 24/7 para resolver temas de números de reserva en escalas nocturnas.
10	La diferencia de criterios entre un ejecutivo y otro	La claridad y rapidez en la respuesta sobre el rol y la validación de vuelos.
11	Siempre ocupado justo cuando vamos a la puerta de embarque.	Rapidez y registro de las consultas, es vital por temas de rol.
12	La respuesta es lenta; a veces toca llamar después de mandar el mensaje.	Que la respuesta sea instantánea para cosas básicas de viáticos.
13	La diferencia de criterios que te da cada ejecutivo. Es agotador.	Un protocolo unificado para consultas de reglamentación.
14	Tienes que insistir varias veces para que lean el mensaje de WhatsApp.	Que se asegure el acoso de recibo de la consulta por WhatsApp.
15	El ejecutivo no tiene acceso a la información del rol al tiro.	Que el sistema le dé acceso rápido a la info de rol y viáticos.
16	Me dejan en visto si es un tema complejo de reglamentación.	Que el asistente pueda dar la referencia exacta de la reglamentación.
17	A veces llamas y tienes que explicar todo el problema desde cero.	Que haya un historial visible de mis consultas anteriores.
18	Toca esperar mucho cuando están atendiendo varias llamadas a la vez.	Un canal que filtre las preguntas frecuentes antes de llegar al ejecutivo.
19	No responden si la duda es sobre el cálculo de viáticos a deshoras.	Que el asistente dé información clara sobre el cálculo de viáticos.
20	A veces no te dan una solución	El asistente debe ser capaz de generar tickets para problemas complejos.

# R	Opinión Asistente	Temas/Funciones (Rol, Reglamentación)	Canal Asistente
1	Totalmente de acuerdo	Información del Rol y estatus de validación de vuelos.	Aplicación
2	De acuerdo	Viáticos y Finanzas: Consulta de monto y liquidación de viáticos.	Whatsapp
3	De acuerdo	Reglamentación: Búsqueda rápida de secciones específicas del Manual.	Whatsapp
4	Totalmente de acuerdo	Información del Rol y estatus de validación de vuelos.	Aplicación
5	De acuerdo	Viáticos y Finanzas: Consulta de monto y liquidación de viáticos.	Whatsapp
6	De acuerdo	Información del Rol y estatus de validación de vuelos.	Aplicación
7	Totalmente de acuerdo	Reglamentación: Búsqueda rápida de secciones específicas del Manual.	Whatsapp
8	De acuerdo	Viáticos y Finanzas: Consulta de monto y liquidación de viáticos.	Aplicación
9	Totalmente de acuerdo	Información del Rol y estatus de validación de vuelos.	Whatsapp
10	De acuerdo	Reglamentación: Búsqueda rápida de secciones específicas del Manual.	Aplicación
11	De acuerdo	Información del Rol (horas, escalas) y validación de vuelos.	Whatsapp
12	Totalmente de acuerdo	Viáticos y Finanzas (montos, liquidación).	Página web
13	De acuerdo	Búsqueda de Reglamentación y procedimientos.	Whatsapp
14	Totalmente de acuerdo	Información del Rol y validación de vuelos en tiempo real.	Página web
15	De acuerdo	Viáticos y Finanzas (liquidación).	Whatsapp

Tabla 3: Recuento de las respuestas obtenidas

Anexo 4: Elección del modelo

Watson 140 USD

Amazon Lex	Carácter	Entrada	Salida	Carácter	Entrada	Salida
	2.000	0,00075	1,5	1	0,000000375	0,00075
	1	0,000000375	0,00075			

Dialogflow	Carácter	Entrada	Salida
	1	0,002	0,002

Open Ai GPT 4o	Carácter	Entrada	Salida	Carácter	Entrada	Salida
	1.000.000	2,5	10	1	0,0000025	0,00001

Open Ai GPT 4 (Clásica)	Carácter	Entrada	Salida	Carácter	Entrada	Salida
	1.000.000	30	60	1	0,00003	0,00006

	170		180		190	
	164,3		174,0		183,7	
	986,0		1044,0		1102,0	
\$ x carácter	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Watson	140		140		140	
Amazon Lex	0,000184875	0,36975	0,00019575	0,3915	0,000206625	0,41325
Dialogflow	0,986	0,986	0,174	0,174	0,183666667	0,183666667
Open Ai	0,01479	0,02958	0,01566	0,03132	0,01653	0,03306

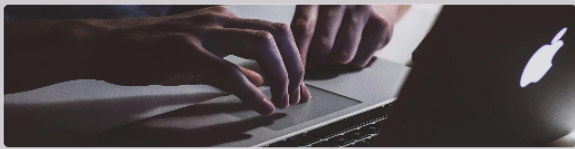
	170	180	190
\$ x carácter	Entrada + salida		
Watson	\$140	\$140	\$140
Amazon Lex	\$0,36993	\$0,39170	\$0,41346
Dialogflow	\$1,97200	\$2,08800	\$2,20400
Open Ai 5	\$0,00616	\$0,00653	\$0,00689
Open Ai 4	\$0,04437	\$0,04698	\$0,04959

Figura 24: Estimación de costos para cada modelo estudiado

Anexo 5: Encuesta para entorno real

PREGUNTA

1. El chatbot es fácil de utilizar
2. La información entregada fue clara y comprensible
3. El chatbot respondió adecuadamente a mis consultas
4. Confiaría en el chatbot para resolver dudas operativas
5. El tiempo de respuesta fue adecuado
6. ¿Qué mejoraría del chatbot?
7. ¿Hubo alguna consulta que no pudo resolver correctamente?
8. ¿Cuántas preguntas realizaste?



Feedback

Nos gustaría recibir tus opiniones o comentarios respecto a tu experiencia con el chatbot.

Hola! eres tripulación de *

☐ Mando

☐ Cabina

Si eres tripulante de cabina ¿pertenece a algún sindicato? *

☐ No

☐ Si, Sindicato 1

☐ Si, Sindicato 2

El chatbot es fácil de utilizar *

☐ Totalmente de acuerdo

☐ De acuerdo

☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo

☐ Totalmente en desacuerdo

Anexo 6: Segmentación primera encuesta

Total respuestas 20

Segmentación	
Mando	7
Cabina S1	7
Cabina S2	6

Rol	Sindicato	Fácil	Clara	Responde	Confianza	Tiempo	Preguntas
Mando	—	3	1	4	4	5	6
Mando	—	4	3	4	3	4	5
Mando	—	5	5	5	4	5	8
Mando	—	4	3	4	3	4	4
Mando	—	4	2	4	4	4	6
Mando	—	3	3	3	3	4	3
Mando	—	3	2	5	4	5	7

Rol	Sindicato	Fácil	Clara	Responde	Confianza	Tiempo	Preguntas
Cabina	S1	3	2	4	4	5	6
Cabina	S1	4	2	4	4	5	5
Cabina	S1	4	5	4	3	5	4
Cabina	S1	5	4	5	5	5	8
Cabina	S1	3	2	3	3	4	3
Cabina	S1	4	4	4	4	4	5
Cabina	S1	3	4	4	4	5	6

Rol	Sindicato	Fácil	Clara	Responde	Confianza	Tiempo	Preguntas
Cabina	S2	4	4	3	3	4	4
Cabina	S2	3	3	3	3	3	3
Cabina	S2	3	4	4	4	5	6
Cabina	S2	4	4	4	4	4	5
Cabina	S2	3	3	3	3	4	3
Cabina	S2	4	4	4	4	4	5

Anexo 7: Alfa de Cronbach

Rol	Fácil	Clara	Responde	Confianza	Tiempo	TOTAL
Mando	3	1	4	4	5	17
Mando	4	3	4	3	4	18
Mando	5	5	5	4	5	24
Mando	4	3	4	3	4	18
Mando	4	2	4	4	4	18
Mando	3	3	3	3	4	16
Mando	3	2	5	4	5	19
Cabina	3	2	4	4	5	18
Cabina	4	2	4	4	5	19
Cabina	4	5	4	3	5	21
Cabina	5	4	5	5	5	24
Cabina	3	2	3	3	4	15
Cabina	4	4	4	4	4	20
Cabina	3	4	4	4	5	20
Cabina	4	4	3	3	4	18
Cabina	3	3	3	3	3	15
Cabina	3	4	4	4	5	20
Cabina	4	4	4	4	4	20
Cabina	3	3	3	3	4	16
Cabina	4	4	4	4	4	20
Varianzas	0,4275	1,16	0,39	0,3275	0,34	5,86

Mediante la varianza de los ítems

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

α : Alfa de Cronbach

k : Número de ítems

V_i : Varianza de cada ítem

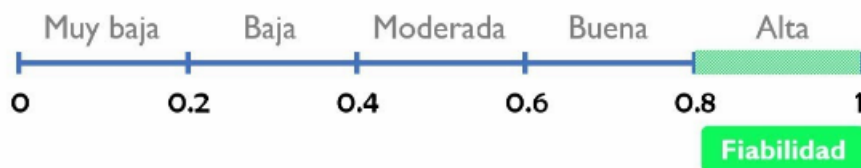
V_t : Varianza del total

k= 5

V_i = 2,305

V_t = 5,86

α = 0,76



Anexo 8: Preguntas a Chat GPT

como puedo hacer un chatbot en visual studia mediante python, es para tripulantes de una aerolinea y como base de datos tengo la reglamentacion nacional y preguntas frecuentes. para un beta que no necesite pagar

¡Excelente proyecto 🚀!

Puedo guiarte paso a paso para que desarrolles un chatbot básico (beta) en Python en Visual Studio Code, usando herramientas gratuitas.

El bot podrá responder preguntas de tripulantes usando tu base de datos (preguntas frecuentes + reglamentación nacional).

A continuación te dejo un flujo recomendado 📌

1. Requerimientos iniciales

Instala estos elementos (todos gratuitos):

- Python 3.10+ ↕
- Visual Studio Code (VS Code) ↕

+ Pregunta lo que quieras

ChatGPT puede cometer errores. Considera verificar la información importante.

```
pero no sale nada en la pagina, deberia salir esto no?def
chatbot_responder(user_input):
    # Aquí luego conectaremos los documentos
    if "hola" in user_input.lower():
        return "¡Hola! Soy tu asistente para responder dudas de la
tripulación."
    else:
        return "Por ahora solo puedo responder a saludos 😊."
```

¡Exacto! ✅

Lo que está pasando es que solo configuraste `app.py` con Flask, pero no tienes todavía la interfaz HTML (`index.html`) que permite enviar mensajes al chatbot.

Sin esa página, al abrir `http://127.0.0.1:5000` solo verías un blanco o nada, porque Flask sirve la ruta `/` pero no hay contenido definido.

1. Crear la carpeta `templates`

En tu proyecto Prueba 3, crea una carpeta llamada:

nginx

Copiar código

templates

2. Crear el archivo `index.html`

+ Pregunta lo que quieras

ChatGPT puede cometer errores. Considera verificar la información importante.

Anexo 9: Asertividad

CHILE			
Motivo	preguntas	correctas	Porcentaje
CONSULTAS GENERALES	10	6	60%
INSTRUCCIÓN	5	4	80%
MOVILIZACIÓN	3	2	67%

COLOMBIA			
Motivo	preguntas	correctas	Porcentaje
CONSULTAS GENERALES	5	4	80%
INSTRUCCIÓN	3	2	67%
MOVILIZACIÓN	0		

ARGENTINA			
Motivo	preguntas	correctas	Porcentaje
CONSULTAS GENERALES	10	8	80%
INSTRUCCIÓN	3	3	100%
MOVILIZACIÓN	0		

PERU			
Motivo	preguntas	correctas	Porcentaje
CONSULTAS GENERALES	5	3	60%
INSTRUCCIÓN	3	3	100%
MOVILIZACIÓN	3	2	67%

Porcentaje de asertividad 76%

Anexo 10: Tiempo del ejecutivo

CHILE			
	CONSULTAS GENERALES	INSTRUCCIÓN	MOVILIZACIÓN
FEBRERO	0:02:00	0:01:07	0:04:11
MARZO	0:01:02	0:01:57	0:01:04
ABRIL	0:01:28	0:02:54	0:00:54
MAYO	0:01:13	0:03:45	0:00:59
JUNIO	0:01:20	0:01:27	0:00:54
JULIO	0:01:23	0:02:00	0:00:51
AGOSTO	0:01:20	0:00:53	0:01:01
Promedio	0:01:24	0:02:00	0:01:25

ARGENTINA			
	CONSULTAS GENERALES	INSTRUCCIÓN	MOVILIZACIÓN
FEBRERO	0:00:51	0:02:35	
MARZO	0:01:35	0:00:42	
ABRIL	0:01:30	0:01:38	
MAYO	0:01:13	0:01:41	
JUNIO	0:03:19	0:02:18	
JULIO	0:01:08	0:01:46	
AGOSTO	0:01:15	0:02:29	
Promedio	0:01:33	0:01:53	

COLOMBIA			
	CONSULTAS GENERALES	INSTRUCCIÓN	MOVILIZACIÓN
FEBRERO	0:01:40	0:04:28	
MARZO	0:01:19	0:02:58	
ABRIL	0:01:23	0:01:15	
MAYO	0:01:29	0:01:31	
JUNIO	0:01:01	0:02:01	
JULIO	0:01:29	0:01:31	
AGOSTO	0:01:01	0:02:01	
Promedio	0:01:20	0:02:15	

PERU			
	CONSULTAS GENERALES	INSTRUCCIÓN	MOVILIZACIÓN
FEBRERO	0:01:01	0:00:54	0:00:50
MARZO	0:02:10	0:01:26	0:01:06
ABRIL	0:01:44	0:01:36	0:00:55
MAYO	0:00:51	0:03:01	0:00:13
JUNIO	0:01:17	0:02:44	0:01:04
JULIO	0:00:48	0:02:29	0:01:07
AGOSTO	0:01:39	0:01:46	0:01:35
Promedio	0:01:21	0:01:59	0:00:59

Promedio general 0:01:37

Anexo 11: Reducción Porcentual

CHILE	Duración		Reducción
	Ejecutivo	chatbot	Porcentual
CONSULTAS GENERALES	0:01:24	0:00:04	96%
INSTRUCCIÓN	0:02:00	0:00:04	97%
MOVILIZACIÓN	0:01:25	0:00:04	95%

COLOMBIA	Duración		Reducción
	Ejecutivo	chatbot	Porcentual
CONSULTAS GENERALES	0:01:20	0:00:04	95%
INSTRUCCIÓN	0:02:15	0:00:03	98%
MOVILIZACIÓN			

ARGENTINA	Duración		Reducción
	Ejecutivo	chatbot	Porcentual
CONSULTAS GENERALES	0:01:33	0:00:03	97%
INSTRUCCIÓN	0:01:53	0:00:03	98%
MOVILIZACIÓN			

PERU	Duración		Reducción
	Ejecutivo	chatbot	Porcentual
CONSULTAS GENERALES	0:01:21	0:00:03	96%
INSTRUCCIÓN	0:01:59	0:00:03	98%
MOVILIZACIÓN	0:00:59	0:00:02	97%

Promedio general 0:01:37 0:00:03 97%

Anexo 12: Factor de aceleración positiva

CHILE	Duración		Factor
	Ejecutivo	chatbot	Aceleración operativa
CONSULTAS GNRL	0:01:24	0:00:04	23
INSTRUCCIÓN	0:02:00	0:00:04	32
MOVILIZACIÓN	0:01:25	0:00:04	21

COLOMBIA	Duración		Factor
	Ejecutivo	chatbot	Aceleración operativa
CONSULTAS GNRL	0:01:20	0:00:04	20
INSTRUCCIÓN	0:02:15	0:00:03	51
MOVILIZACIÓN			

ARGENTINA	Duración		Factor
	Ejecutivo	chatbot	Aceleración operativa
CONSULTAS GNRL	0:01:33	0:00:03	30
INSTRUCCIÓN	0:01:53	0:00:03	42
MOVILIZACIÓN			

PERU	Duración		Factor
	Ejecutivo	chatbot	Aceleración operativa
CONSULTAS GNRL	0:01:21	0:00:03	25
INSTRUCCIÓN	0:01:59	0:00:03	45
MOVILIZACIÓN	0:00:59	0:00:02	29

Promedio general 32

Anexo 13: Índice de eficiencia temporal

CHILE			Eficiencia
	Ejecutivo	chatbot	Temporal
CONSULTAS GNRL	0:01:24	0:00:04	4%
INSTRUCCIÓN	0:02:00	0:00:04	3%
MOVILIZACIÓN	0:01:25	0:00:04	5%

COLOMBIA	Duración		Eficiencia
	Ejecutivo	chatbot	Temporal
CONSULTAS GNRL	0:01:20	0:00:04	5%
INSTRUCCIÓN	0:02:15	0:00:03	2%
MOVILIZACIÓN			

ARGENTINA	Duración		Eficiencia
	Ejecutivo	chatbot	Temporal
CONSULTAS GNRL	0:01:33	0:00:03	3%
INSTRUCCIÓN	0:01:53	0:00:03	2%
MOVILIZACIÓN			

PERU	Duración		Eficiencia
	Ejecutivo	chatbot	Temporal
CONSULTAS GNRL	0:01:21	0:00:03	4%
INSTRUCCIÓN	0:01:59	0:00:03	2%
MOVILIZACIÓN	0:00:59	0:00:02	3%

Promedio general 3%

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- Master of Code. (2023, enero 24). Airline chatbot: How to improve customer service & boost revenue. <https://masterofcode.com/blog/airline-chatbot>.
- Dirección de Operaciones. (2024, 17 de julio). *Preguntas Frecuentes Crew Tracking - Q&A Guía de apoyo para Crew Tracking (DOC.: REG01, Rev.: 01)*. Una aerolínea.
- Dirección de Operaciones. (2024, 19 de diciembre). Política de Cobertura de Vuelos (DOC.: REG01, Rev.: 01). Una aerolínea.
- Sánchez Castro, M. A. (2020, marzo). “CRUZROJÍN, ASISTENTE VIRTUAL COGNITIVO PARA LA CRUZ ROJA CHILENA” (Memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Informática). Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Dirección de Operaciones. (2024, 25 de octubre). Manual de Crew Tracking: Guía de apoyo para los procedimientos en la operación (DOC.: REG01, Rev.: 01). Una aerolínea.
- NFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación. (ca. 2019). “Diseño e implementación de un asistente virtual (chatbot) para ofrecer atención a los clientes de una aerolínea mexicana por medio de sus canales conversacionales” (Tesis de maestría). Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento Gerencia de Capital Humano Posgrados.
- The Insight Partners. (s. f.). Intelligent virtual assistant market. <https://www.theinsightpartners.com/es/reports/intelligent-virtual-assistant-market>
- Business Research Insights. (s. f.). Virtual assistant market. <https://www.businessresearchinsights.com/es/market-reports/virtual-assistant-market-111910>
- Botpress. (2023, septiembre 21). 9 best AI chatbot platforms. <https://botpress.com/es/blog/9-best-ai-chatbot-platforms>
- Brito, B. (s.f.). Análisis y diseño de un asistente virtual con inteligencia artificial para mejorar la atención al cliente de la empresa Corporación El Rosado S.A. [Trabajo de titulación, Universidad Europea].

https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/8877/TFG_BAL_MORE%20BRITO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- IBM. (s.f.). AddAI y el futuro del servicio al cliente. <https://www.ibm.com/mx-es/case-studies/addai>
- Dias e Cordeiro, I., & da Silva Batista, I. M. (2020). La experiencia del usuario en el proceso de adquirir información para planear el viaje: El caso del chatbot de Kayak. Universidad Federal de Pernambuco. <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/8898350b-0f6f-47c9-abff-27314d47aa8f/content>
- Gajardo, J. (2022). Chatbots en la educación superior: El uso de agentes conversacionales en la orientación a estudiantes. Bits de Ciencia, 3(2), 45–59. <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767/2700>
- British Standards Institution. (2023). BS ISO/IEC 42001:2023 – Artificial Intelligence Management System – Requirements with guidance for use. BSI Standards Limited.
- DNV. (2023, diciembre 13). La nueva norma ISO/IEC 42001 aumentará la confianza en la IA. <https://www.dnv.cl/news/la-nueva-norma-iso-iec-42001-aumentara-la-confianza-en-la-ia-250978/>
- Aviación Digital. (2025, junio 4). Iberia revoluciona la experiencia del cliente con la IA. <https://aviaciondigital.com/iberia-revoluciona-experiencia-cliente-ia/>
- Grupo Iberia. (2025, junio 4). Iberia launches Iberia GPT, a new conversational travel recommendation channel on ChatGPT. <https://grupo.iberia.com/news/04062025/iberia-launches-iberia-gpt-a-new-conversational-travel-recommendation-channel-on-chatgpt>
- AeroLatinNews. (2025, junio 4). Nace Iberia GPT: Un nuevo canal de recomendación de viajes conversacional en ChatGPT. <https://aerolatinnews.com/aerolineas/nace-iberia-gpt-un-nuevo-canal-de-recomendacion-de-viajes-conversacional-en-chatgpt/>
- Aviacionline. (2025, junio 5). Iberia ingresa al universo ChatGPT con Iberia GPT, su nuevo asistente de viajes conversacional. <https://www.aviacionline.com/iberia-ingresa-al-universo-chatgpt-con-iberia-gpt-su-nuevo-asistente-de-viajes-conversacional/>
- AENA. (2024, septiembre 16). OLI, el servicio de chatbot de AENA, triunfa en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas con más de 400.000 usuarios en 2023. AENA.

- <https://www.aena.es/es/prensa/oli-el-servicio-de-chatbot-de-aena-triunfa-en-el-aeropuerto-adolfo-suarez---madrid-barajas-con-mas-de-400.000-usuarios-en-2023.html>
- El Nacional. (2024, septiembre 16). AENA ultima un plan para implantar inteligencia artificial en todos sus aeropuertos. El Nacional. https://www.elnacional.cat/oneconomia/es/empresas/aena-ultima-plan-implantar-inteligencia-artificial-todos-aeropuertos_1355857_102.html
 - Ana Ivars. (s. f.). Mapa de empatía: Qué es y cómo hacerlo [Ejemplos + Plantilla]. Recuperado el 30 de junio de 2025, de <https://anaivars.com/mapa-de-empatia/>
 - Matos-Lopes, M. (2022, 7 de abril). ¿Qué es un mapa de empatía y cómo analizarlo en 7 pasos?. Moebius Consulting. Recuperado el 30 de junio de 2025, de <https://www.moebiusconsulting.com/que-es-un-mapa-de-empatia-y-como-analizarlo-en-7-pasos/>
 - Schiaffino, L. (2024, 14 de diciembre). *La evolución de los asistentes virtuales con IA*. Darwin AI Blog. Recuperado de <https://blog.getdarwin.ai/es/content/evolucion-asistentes-virtuales-ia-negocios>
 - Noucom. (2025, 25 de marzo). *La evolución de los asistentes virtuales*. Recuperado de <https://noucom.com/2025/03/25/la-evolucion-de-los-asistentes-virtuales/>
 - *ReCIBE, Revista de la Facultad de Ingeniería – CUCEI*. Recuperado de <https://recibe.cucei.udg.mx/index.php/ReCIBE/article/view/251/186>
 - Portal Innova. (s. f.). *Qué podemos esperar de los asistentes virtuales en el futuro*. Recuperado de <https://portalinnova.cl/que-podemos-esperar-de-los-asistentes-virtuales-en-el-futuro/>
 - Revista Economía. (2025, julio 25). De startup a referente regional: Una aerolínea celebra 9 años con crecimiento interanual de 47%, consolidando su liderazgo en Sudamérica. <https://www.revistaeconomia.com/de-startup-a-referente-regional-una-aerolinea-celebra-9-anos-con-crecimiento-interanual-de-47-consolidando-su-liderazgo-en-sudamerica/>
 - Badal, I. (2024, junio 29). Una aerolínea Airlines transparenta sus números y sus accionistas. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/una-aerolinea-airlines-transparenta-sus-numeros-y-sus-accionistas/NOOOH5TFYFGD5J56EMYYOIGYUI/>

- Donawa Torres, Z. A., & Morales Martínez, E. C. (2018). Fuerzas competitivas que moldean la estrategia en la gerencia del sector MiPyME del distrito de Santa Marta – Magdalena, Colombia. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 84, 97–108. [https://doi.org/10.21158/01208160.n84.2018.1919\[1\]\(http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n84/0120-8160-ean-84-00097.pdf\)](https://doi.org/10.21158/01208160.n84.2018.1919[1](http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n84/0120-8160-ean-84-00097.pdf))
- Gutiérrez, I. J. (2013). Creación de un emprendimiento de software utilizando metodología Lean Startup (Trabajo final de grado). Universidad de Belgrano, Facultad de Ingeniería y Tecnología Informática. http://190.221.29.250/bitstream/handle/123456789/4827/598_Gutierrez.pdf
- Maldonado Luna, S. M. (2012). Manual práctico para el diseño de la escala Likert [Reseña]. *Xihmai*, 2(4).
- Chan, R. (2021). Chatbot for online customer service: Customer engagement in the era of artificial intelligence. *IGI Global Publisher of Timely Knowledge*, 10(40), 16–34.
- Inbenta. (s. f.). 10 key metrics to evaluate your AI chatbot performance. Recuperado de <https://www.inbenta.com/es/articles/10-key-metrics-to-evaluate-your-ai-chatbot-performance/>
- Master of Code. (s. f.). Airline chatbot. Recuperado de <https://masterofcode.com/blog/airline-chatbot>
- OBS Business School. (s. f.). Informe OBS: Turismo en España. Recuperado de https://marketing.onlinebschool.es/Prensa/Informes/InformeOBS_TurismoEsp.pdf
- Celi, R. (2022). Inteligencia artificial conversacional para el diseño de un asistente virtual interactivo. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Celi/publication/358934013_Inteligencia_Artificial_Conversacional_para_el_Diseño_de_un_Asistente_Virtual_Interactivo/links/62b224ddd49f803365ae58cb/Inteligencia-Artificial-Conversacional-para-el-Diseño-de-un-Asistente-Virtual-Interactivo.pdf
- IBM. (s. f.). Watsonx Assistant. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/products/watsonx-assistant>
- Amazon Web Services (AWS). (s. f.). Amazon Lex pricing. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/lex/pricing/>
- OpenAI. (s. f.). Precios de la API de OpenAI. Recuperado de https://openai.com/es-419/api/pricing/?utm_source=chatgpt.com

- Revista Xihmai. (s. f.). Artículo disponible en la revista Xihmai. Universidad La Salle Pachuca. DOI: <https://doi.org/10.37646/xihmai.v2i4.101>
- IRMA International. (s. f.). Artificial Intelligence Applications in Banking and Financial Services. Recuperado de <https://www.irma-international.org/viewtitle/272478/?isxn=9781799876038>
- VirtualSpeech. (s. f.). Average speaking rate: Words per minute. <https://virtualspeech.com/blog/average-speaking-rate-words-per-minute>
- Bayo, M. J. (2022, 7 de septiembre). Velocidad de habla y comunicación efectiva. <https://mariajosebayo.com/2022/09/07/velocidad-habla-comunicacion-efectiva/>
- Astruga, J. A. (2024). Propuesta metodológica para el análisis y diseño de chatbots basados en texto (Trabajo de fin de máster, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingeniería Informática). Universidad de Valladolid.
- Evaluando Software. (s. f.). La metodología Agile. <https://www.evaluandosoftware.com/gestion-de-cambio/la-metodologia-agile/>
- Sydle. (2022). Lean Startup: concepto, principios y cómo aplicarlo correctamente. Sydle. Recuperado de <https://www.sydle.com/es/blog/lean-startup-concepto-principios-y-como-aplicarlo-correctamente-6350b9714037f135694be5d2>
- OBS Business School. (2024). Diagrama de Gantt: origen, precauciones, usos y aplicaciones. OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/diagrama-de-gantt-origen-precauciones-usos-y-aplicaciones>
- Asana. (2021). *Gráfica de Gantt: qué es y cómo usarla* [Recurso web]. Asana. <https://asana.com/es/resources/gantt-chart-basics>
- EAE Business School. (2021). Comprueba el valor de tu hipótesis con Validation Board. Retos Directivos. <https://retos-directivos.eae.es/comprueba-el-valor-de-tu-hipotesis-con-validation-board/>
- Docsity. (2024). Cuadro de validación de hipótesis. Docsity. <https://www.docsity.com/es/docs/cuadro-de-validacion-de-hipotesis/11754130/>
- YouTube. (2023, 13 de octubre). *Diagrama de Gantt explicado* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dcNJ5ZhVJJM>
- Garzón, J. (2010). Modelos de adopción y aceptación de tecnologías aplicados a las TIC. Revista Gestión y Estrategia. <https://www.redalyc.org/pdf/818/81819028014.pdf>.

- Cho, E. y Kim, S. (2015). Coeficiente Alfa de Cronbach: Bien conocido, pero poco comprendido. Métodos de Investigación Organizacional.