UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO MEDIANTE UN BOT CONVERSACIONAL Y APIS PARA LA ATENCIÓN DEL CLIENTE EN UNA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA-2026

PRESENTADA POR:
Muñoz Ingaruca, Carlos Piero

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE SISTEMAS

HUANCAYO – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el auditorio de la Facultad de Ingeniería de Sistemas el día jueves diecinueve de marzo de dos mil veintiséis, |con la presencia de los miembros del Jurado integrado por:

PRESIDENTE	**DR. HENRY GEORGE MAQUERA QUISPE**
SECRETARIO	**MG. OMAR CIPRIANO RARAZ TUPAC YUPANQUI**
VOCAL	**DR. RICHARD YURI MERCADO RIVAS**
VOCAL	**DR. ROBENSOY MARCO TAIPE CASTRO**
VOCAL	**MG. HELAR IVAN VELIZ FERNANDEZ**

Siendo las: **4:00 p.m.** se dio inicio al Acto de Sustentación de Tesis del (la) Bachiller:

MUÑOZ INGARUCA, CARLOS PIERO

El secretario docente dio lectura a la resolución de Decanato No. 022-2026-D-FIS, luego el sustentante procedió a exponer su Tesis titulada:

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO MEDIANTE UN BOT CONVERSACIONAL Y APIS PARA LA ATENCIÓN DEL CLIENTE EN UNA CONSTRUCTURA INMOBILIARIA – 2026."

Culminada la exposición, los señores vocales del Jurado procedieron a efectuar las observaciones y preguntas respectivas. Una vez terminada la evaluación, se invitó al sustentante y público en general salir del auditorio de la Facultad, para la deliberación del caso, pasándose luego a votación nominal obteniéndose el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD CON MENCION DE EXCELENCIA

El secretario docente invitó a pasar al auditorio al interesado (a) para dar a conocer el resultado final, que fue anunciado por el Presidente.

Se dio por terminado el Acto de Sustentación a las 4:52 p.m. firmando a continuación los miembros del jurado.

PRESIDENTE | **SECRETARIO**

VOCAL | **VOCAL** | **VOCAL**

INFORME N° 007-2026-RYMR/FIS

A : Dr. HENRY MAQUERA QUISPE
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DEL : DR. RICHARD MERCADO RIVAS
DOCENTE ASESOR

ASUNTO : REPORTE POR SIMILITUD DE CONTENIDO (TURNITIN)

FECHA : Huancayo, 07 de abril de 2026

De mi mayor consideración, por intermedio del presente quiero comunicarle que se ha procedido a la verificación de similitud con el software **TURNITIN**, en cumplimiento a la Ley Universitaria **N° 30220**, el Estatuto de la Universidad, reglamento de investigación y a la Resolución **N° 4596-CU-2025** del Reglamento del Código de Ética e Integridad Cientifica de la UNCP, habiendo obtenido el siguiente resultado:

TITULO DE LA TESIS	TESISTA	% DE SIMILITUD
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO MEDIANTE UN BOT CONVERSACIONAL Y APIS PARA LA ATENCIÓN DEL CLIENTE EN UNA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA-2026	**Muñoz Ingaruca, Carlos Piero**	**17%**

Adjunto el documento de visualización y se recomienda que el tesista continúe con los trámites correspondientes en tanto que el porcentaje de similitud no supera el máximo de 25%, exigido por el reglamento.

Es todo cuanto puedo informarle y remito a su despacho para que prosiga el trámite correspondiente.

Atentamente.



_____
Dr. RICHARD YURI MERCADO RIVAS
Docente Asesor FIS

Tesis- Muñoz Ingaruca Carlos Piero

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	16%	4%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	playgroup.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Ilerna Online Blackboard Trabajo del estudiante	<1%
10	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
11	Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos Trabajo del estudiante	<1%
12	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
13	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1%
14	elcomercio.pe Fuente de Internet	<1%



RICHARD YURI MERCADO RIVAS

15	revistas.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
17	peru21.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	gestion.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Estatal Amazonica- Trabajo del estudiante	<1 %
22	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid - EUR Trabajo del estudiante	<1 %
25	www.soludrones.cl Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	www.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	appmaster.io Fuente de Internet	<1 %
29	inicio.inai.org.mx Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Blue Mountain Hotel School Trabajo del estudiante	<1 %
31	anfei.mx Fuente de Internet	<1 %



RICHARD YURI MERCADO RIVAS

32	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
34	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
35	Submitted to Universidad Peruana de Las Americas Trabajo del estudiante	<1 %
36	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
38	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Campbellsville University Trabajo del estudiante	<1 %
40	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.edukatif.org Fuente de Internet	<1 %
43	www.theseus.fi Fuente de Internet	<1 %
44	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
45	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
46	vitela.javerianacali.edu.co Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral Trabajo del estudiante	<1 %
48	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %



RICHARD YURI MERCADO RIVAS

ASESOR:

Dr. Richard Yuri Mercado Rivas

DEDICATORIA:

Con cariño a mi querida familia, a mi exigente madre, a mi valiente padre y a mis entrañables hermanos. Su constante apoyo y aliento han sido la fuente de mi alegría y fortaleza, impulsándome siempre a avanzar hacia mis sueños.

Piero Muñoz

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar muestras de agradecimiento:

A MIS PADRES

Por su ejemplo, amor y aliento constante para ser cada día mejorar.

A MI HERMANA

Por mostrarme el camino a seguir y a impulsarme a seguir adelante.

AL ALMA MATER

Por sembrar en nosotros enseñanzas que conducen a nuestra formación profesional.

AL ASESOR

Por su gran apoyo y por compartir su vasto conocimiento.

A LOS MAESTROS DE LA FIS

Por su dedicación a la enseñanza en la Universidad.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

Por estos 5 años de formación.

RESUMEN

La presente tesis, titulada "Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado mediante un Bot Conversacional y APIs para la Atención del Cliente en una Constructora Inmobiliaria - 2026", aborda la problemática de la atención manual de consultas en el sector inmobiliario, cuyos principales efectos son los tiempos de respuesta prolongados, la pérdida de oportunidades comerciales y la baja eficiencia en la captación de clientes potenciales. Para resolver esta situación, se desarrolló un sistema automatizado basado en inteligencia artificial conversacional utilizando OpenAI GPT-4, capaz de mantener conversaciones contextuales, operar de forma autónoma las 24 horas del día los 7 días de la semana, y capturar leads sin intervención humana. La implementación siguió el modelo de Investigación y Desarrollo (I+D) en seis fases, dando como resultado una arquitectura distribuida que integra N8N para la orquestación de workflows, WhatsApp Business API como canal de comunicación, Supabase PostgreSQL para el almacenamiento del historial conversacional, Redis Cloud para la consolidación de mensajes y Google Sheets para la gestión de leads. Los datos fueron recolectados durante dos meses antes y dos meses después de la implementación, con muestras de 50, 8 y 260 observaciones para cada dimensión evaluada. Los resultados demuestran mejoras estadísticamente significativas: un incremento del 230.42% en la captación de clientes potenciales (de 5.72 a 18.90 leads diarios), una reducción del 74.93% en el costo por lead (de S/.13.51 a S/.3.39) y una reducción del 99.93% en el tiempo de respuesta (de 8.24 horas a 20.41 segundos), validando la efectividad del sistema implementado.

Palabras clave: Bot conversacional, Inteligencia artificial, Atención al cliente, Automatización, GPT-4, WhatsApp Business, Sector inmobiliario.

ABSTRACT

This thesis, titled "Design and Implementation of an Automated System through a Conversational Bot and APIs for Customer Service in a Real Estate Construction Company - 2026", addresses the problem of manual inquiry handling in the real estate sector, whose main effects are prolonged response times, loss of commercial opportunities, and low efficiency in potential client acquisition. To resolve this situation, an automated system was developed based on conversational artificial intelligence using OpenAI GPT-4, capable of maintaining contextual conversations, operating autonomously 24 hours a day, 7 days a week, and capturing leads without human intervention. The implementation followed the Research and Development (R&D) model across six phases, resulting in a distributed architecture that integrates N8N for workflow orchestration, WhatsApp Business API as the communication channel, Supabase PostgreSQL for conversational history storage, Redis Cloud for message consolidation, and Google Sheets for lead management. Data were collected during two months before and two months after implementation, with samples of 50, 8, and 260 observations for each evaluated dimension. The results demonstrate statistically significant improvements: a 230.42% increase in potential client acquisition (from 5.72 to 18.90 daily leads), a 74.93% reduction in cost per lead (from $13.51 to $3.39), and a 99.93% reduction in response time (from 8.24 hours to 20.41 seconds), validating the effectiveness of the implemented system.

Keywords: Conversational bot, Artificial intelligence, Customer service, Automation, GPT-4, WhatsApp Business, Real estate sector.

ÍNDICE

ASESOR: ii
DEDICATORIA: iii
AGRADECIMIENTOS iv
RESUMEN v
ABSTRACT vi
ÍNDICE vii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE FIGURAS xi
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 2
GENERALIDADES 2
1. Planteamiento del Problema 2
2. Formulación del problema 9
3. Objetivos de Investigación 9
4. Justificación 9
5. Hipótesis 11
6. Operacionalización de Variables 11
7. Metodología de la Investigación 12
7.1. Tipo de Investigación 12
7.2. Nivel de Investigación 12
7.3. Sistema de referencia 12
CAPITULO II 15
MARCO DE REFERENCIA 15
1. Antecedentes 15
2. Marco Teórico 19
2.1.1. Servidor virtual 19
2.1.2. Digital Ocean 20
2.1.3. Droplet 20
2.1.4. N8N 20
2.1.5. Meta for Developers 21
2.1.6. Meta Business Suite 21

2.1.7. Facebook Ads 22
2.1.8. WhatsApp 23
2.1.9. WhatsApp Business API 23
2.1.10. Redis 24
2.1.11. PostgreSQL 24
2.1.12. Agente LLM 24
2.1.13. OpenAI API 25
2.1.14. Google Sheets 25
3. Modelo Aplicativo 29
4. Marco Conceptual 32
CAPITULO III 37
INTERVENCIÓN METODOLÓGICA 37
1. Fase 1 Investigación y Diagnostico: 37
1.1. Análisis del estado del arte 37
1.1.1. Tecnologías de Chatbots conversacionales 37
1.1.2. Arquitecturas de agentes LLM 38
1.1.3. APIs de Mensajería y Plataformas de Comunicación 39
1.1.4. Plataformas de Automatización 40
1.1.5. Sistemas de bases de datos 41
1.1.6. Implementaciones en el Sector inmobiliario 41
1.1.7. Brechas identificadas 42
1.2. Diagnóstico de la Situación actual 43
1.2.1. Caracterización de la organización: 43
1.2.2. Análisis de Procesos Actuales de Atención al cliente: 46
1.2.3. Recolección de Datos de línea base(Baseline) 48
1.3. Análisis de Requerimientos del sistema 50
1.3.1. Requerimientos Funcionales 51
1.3.2. Requerimientos No Funcionales 53
1.3.3. Casos de uso principales 55
2. Fase 2: Diseño del sistema 59
2.1. Arquitectura del sistema 59
2.2. Diseño de Base de Datos 62
2.3. Diseño de flujos conversacionales 63
2.4. Selección de tecnologías 64
2.5. Producto: Especificación de Diseño técnico 66

3. Fase 3: Implementación y desarrollo 67
3.1. Configuración de Infraestructura 67
3.2. Integración de APIs 76
3.3. Desarrollo del Workflow Conversacional 85
3.4. Producto: Sistema Funcional 89
4. Fase 4: Pruebas y Validación 89
4.1. Pruebas Funcionales 90
4.2. Pruebas de Integración 94
4.3. Validación con usuarios reales 94
4.4. Producto: Sistema Validado 94
5. Fase 5: Implementación en Producción 95
5.1. Configuración del Número de WhatsApp Business 95
5.2. Configuración de Dominio y SSL 95
5.3. Migración de datos de prueba 95
5.4. Capacitación de usuarios 96
5.5. Documentación 97
5.6. Monitoreo inicial 97
5.7. Alertas configuradas 100
5.8. Producto: Sistema en operación 100
CAPITULO IV 101
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 101
4.1 Análisis de Resultados 101
4.1.1 Captación de Clientes Potenciales 101
4.1.2 Evaluación de Campañas Publicitarias (Costo por Lead) 102
4.1.3 Tiempo de Respuesta de Consultas 103
4.2 Prueba de Hipótesis 105
4.2.1 Captación de Clientes Potenciales 105
4.2.2 Evaluación de Campañas Publicitarias 106
4.2.3 Tiempo de Respuesta de Consultas 107
4.2.4 Hipótesis General 108
4.3 Discusión de Resultados 108
Captación de Clientes Potenciales 108
Evaluación de Campañas Publicitarias 109
Tiempo de Respuesta de Consultas 109
CONCLUSIONES 111
RECOMENDACIONES 112
REFERENCIAS 113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Operacionalización de Variables* 11
Tabla 2. *Estructura Organizacional de la constructora ARCOCASAS* 44
Tabla 3. *Indicadores estimados a partir de la data recolectada* 48
Tabla 4. *Requerimientos Funcionales* 51
Tabla 5. *Requerimientos No Funcionales* 53
Tabla 6. *n8n_chat_histories* 62
Tabla 7. *Selección de tecnologías* 64
Tabla 8. *Métricas de Diseño* 67
Tabla 9. 102
Estadísticas Descriptivas - Captación de Clientes Potenciales 102
Tabla 10. *Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk - Captación de Clientes Potenciales* 105
Tabla 11. *Estadísticas Descriptivas - Costo por Lead* 103
Tabla 12. *Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk - Costo por Lead* 106
Tabla 13. *Estadísticas Descriptivas - Tiempo de Respuesta* 104
Tabla 14. *Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk - Tiempo de Respuesta* 107
Tabla 15. *Prueba de Mann-Whitney U - Captación de Clientes Potenciales* 105
Tabla 16. *Estadísticas de Muestras - Costo por Lead* 106
Tabla 17. *Prueba t-student - Costo por Lead* 106
Tabla 18. *Prueba de Mann-Whitney U - Tiempo de Respuesta* 107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Reporte y proyección del mercado global de ChatBots* 3
Figura 2. *Aplicaciones de Inteligencia Artificial en el sector Inmobiliario* 6
Figura 3. *Sectores comerciales en los que los ChatBots son más utilizados en Perú* 7
Figura 4. *Logo de la empresa ARCOCASAS* 13
Figura 5. *Estructura de campañas de Facebook* 22
Figura 6. *Embudo de conversión* 27
Figura 7. *Velocidad de respuesta y conversión de leads* 28
Figura 8. *Metodología I+D* 31
Figura 9. *PROCESO AS-IS(Situación actual)* 46
Figura 10. *Diagrama de casos de Uso* 55
Figura 11. *Diagrama de arquitectura general* 60
Figura 12. *Flujo conversacional* 63
Figura 13. *Diagrama de componentes* 66
Figura 14. *Creación de Droplet* 68
Figura 15. *Droplet creado y activo* 68
Figura 16. *Conexión SSH al servidor* 69
Figura 17. *Información del servidor* 69
Figura 18. *Recursos del sistema* 70
Figura 19. *Versión de Docker* 70
Figura 20. *Contenedores activos* 71
Figura 21. *Recurso de Docker stats* 71
Figura 22. *Versión de N8N instalada en el servidor* 71
Figura 23. *Logs de N8N mostrando servicio activo* 72
Figura 24. *Logs de Caddy mostrando SSL activo y proxy configurado* 72
Figura 25. *Dashboard de Supabase* 73
Figura 26. *Tablas de Bases de datos en Postgres* 74
Figura 27. *Datos de la tabla n8n_chat_clean* 74
Figura 28. *Dashboard de Redis Labs* 75
Figura 29. *Detalles de configuración del database Redis* 75
Figura 30. *Meta for Developers-Panel de creación de aplicación* 76
Figura 31. *Panel de productos* 77
Figura 32. *Configuración de WhatsApp Business API* 77
Figura 33. *Sección de Tokens* 78
Figura 34. *Configuración de webhook* 78
Figura 35. *Eventos suscritos en el webhook* 79
Figura 36. *Credenciales de WhatsApp en N8N* 79
Figura 37. *Creación de cuenta en OpenAI* 80
Figura 38. *API Key de OpenAI generada* 80
Figura 39. *Credenciales de OpenAI en N8N* 81
Figura 40. *Google Cloud Console* 82

Figura 41. Google Sheets API habilitada 82
Figura 42. *Service Account creada* 82
Figura 43. *Google Sheets configurado con columnas* 83
Figura 44. *Credenciales de conexión en N8N* 84
Figura 45. *Configuración de conexión a Supabase* 84
Figura 46. *Configuración de Redis en N8N* 85
Figura 47. *Workflow Parte 1* 88
Figura 48. Workflow Parte 2 89
Figura 49. *Envió de mensajes seguidos por WhatsApp* 90
Figura 50. *Ejecución del nodo Redis "Get Data"* 91
Figura 51. *Conversación de prueba para comprobar el flujo* 92
Figura 52. *Historial conversacional guardado en PostgreSQL* 93
Figura 53. *Lead capturado y registrado en Google Sheets* 93
Figura 54. *Panel de ejecuciones en N8N* 94
Figura 55. *Configuración del número oficial de WhatsApp* 95
Figura 56. *Configuración de Dominio* 95
Figura 57. *Limpieza de base de datos antes de producción* 96
Figura 58. *Capacitación de usuarios en el uso del sistema de llegada de leads* 97
Figura 59. *Panel de ejecuciones de N8N con métricas* 98
Figura 60. *Métricas de Supabase* 98
Figura 61. *Dashboard de Redis Cloud con métricas de uso* 99
Figura 62. *Gráficas de uso de recursos en DigitalOcean* 99
Figura 63. *Configuración de notificaciones de error en N8N* 100
Figura 64. *Captación de leads* 102
Figura 65. *Costo por lead* 103
Figura 66. *Tiempo de respuesta* 104
Figura 67. *Comparación de tiempo promedio de respuesta* 104

INTRODUCCIÓN

La atención al cliente en el sector inmobiliario es un proceso crítico que determina la captación de leads, la conversión de ventas y la construcción de una reputación sólida en el mercado. En los últimos años, los avances en inteligencia artificial conversacional han democratizado el acceso a tecnologías de automatización empresarial, permitiendo que pequeñas y medianas empresas implementen sistemas automatizados de atención 24/7. La presente investigación está basada en el "Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado mediante un Bot Conversacional y APIs para la Atención del Cliente en una Constructora Inmobiliaria", que busca transformar la forma en que ARCOCASAS E.I.R.L. interactúa con sus clientes potenciales, optimizando procesos y maximizando oportunidades comerciales.

El primer capítulo tiene como objetivo presentar una visión integral de la problemática que enfrentan las constructoras inmobiliarias respecto a la atención manual de consultas. Se contextualiza la situación actual del sector inmobiliario en Perú, se establecen los objetivos de la investigación, se justifica su relevancia y se plantean las hipótesis que guiarán el estudio. El segundo capítulo aborda el contexto investigativo mediante la presentación de antecedentes nacionales e internacionales que han explorado soluciones similares, se introduce el marco teórico y se describe el modelo de Investigación y Desarrollo (I+D) que guiará la intervención metodológica.

El tercer capítulo detalla minuciosamente la metodología empleada para abordar la problemática, siguiendo el modelo de Investigación y Desarrollo en seis fases: investigación y diagnóstico, diseño del sistema, implementación y desarrollo, pruebas y validación, puesta en producción y evaluación de resultados. Se describe la arquitectura distribuida implementada, se documentan las decisiones técnicas, la configuración de cada componente y el desarrollo del flujo conversacional estructurado en cinco etapas.

En el cuarto capítulo se analizan los resultados obtenidos tras la implementación del sistema automatizado, evaluando su impacto en tres dimensiones clave: captación de clientes potenciales, evaluación de campañas publicitarias(costo por lead), y tiempo de respuesta de consultas. Se presentan análisis estadísticos rigurosos que demuestran mejoras significativas en los tres indicadores, validando las hipótesis planteadas. Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones, confirmando que el sistema automatizado incrementó la captación en 230.42%, redujo el costo por lead en 74.93% y el tiempo de respuesta en 99.93%. Se ofrecen recomendaciones específicas al conocimiento sobre aplicaciones prácticas de inteligencia artificial conversacional en el contexto empresarial peruano.

M. I. Carlos Piero

CAPITULO I
GENERALIDADES

En este primer capítulo, se tratarán los aspectos generales que sitúan la investigación. Se iniciará con la exposición del problema, donde se analizará desde tres perspectivas. Posteriormente, se formulará el problema y se especificarán los objetivos, seguidos de la justificación que resalta la importancia de abordar la situación problemática. Asimismo, se presentarán las hipótesis que orientarán la investigación. Por último, se describirá la metodología de investigación, incluyendo el tipo y nivel de investigación, así como el sistema de referencia.

1. Planteamiento del Problema

Dentro del sector inmobiliario, la atención al cliente es un proceso determinante para la captación de leads, la conversión de ventas y la construcción de una reputación dentro del mercado. Las constructoras inmobiliarias de forma diaria obtienen una gran cantidad de consultas acerca sobre los proyectos en desarrollo, opciones de financiamiento, ubicaciones estratégicas y otros servicios. Estas consultas llegan principalmente a través de plataformas de mensajería como WhatsApp, Facebook Messenger y redes sociales.

En la actualidad, la mayoría de las constructoras inmobiliarias mantienen sus procesos de atención de forma manual, lo que hace que estos procesos dependan totalmente del factor humano de la empresa. Esta dependencia genera consecuencias negativas como: tiempos de respuesta prolongados, información inconsistente entre diferentes asesores, incapacidad de atención continua más allá del horario comercial y dificultades para responder en periodos de alta demanda.

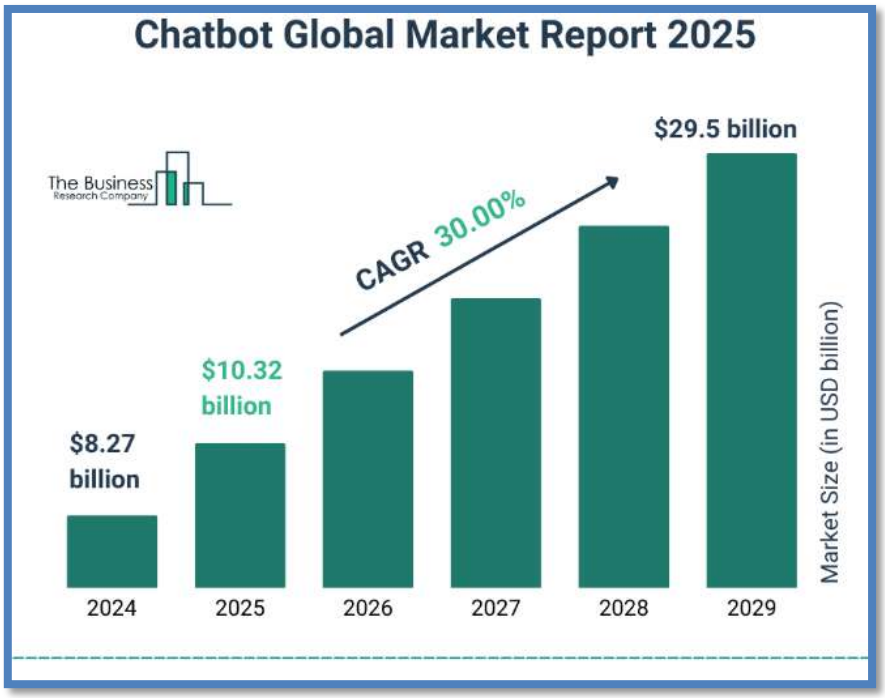
1.1. Uso de ChatBots en el mundo

A nivel mundial, la demanda de ChatBot ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, consolidándose como una tecnología fundamental en la transformación digital empresarial. Según DemandSage(2025), el mercado global de chatbots alcanzó los 8.7 mil millones de dólares en 2024 y se proyecta que llegara a 28.95 mil millones de dólares para 2029, con una tasa de crecimiento anual compuesta

del 29.6%. Esta expansión acelerada refleja la creciente confianza de las organizaciones en las capacidades de los asistentes virtuales inteligentes. Por su parte, Botpress(2024) reporta que el mercado fue valorado en 396.2 millones de dólares en 2019 y se estima alcanzara 1953,3 millones de dólares para 2027, mientras que proyecciones más ambiciosas de Fullview (2025) indican que el mercado global podría llegar hasta 27.3 mil millones de dólares para 2030.

Figura 1.

Reporte y proyección del mercado global de ChatBots



Nota: El grafico representa el crecimiento del mercado global de Chatbots. Tomado de DemandSage[Imagen], por Naveen Kumar, 2025, (https://www.demandsage.com/chatbot-statistics/)

La adopción empresarial de chatbots ha alcanzado niveles sin precedentes a nivel mundial. Según investigaciones de Gartner citadas por Desk365 (2025), el 80% de las empresas están utilizando o planean adoptar chatbots con inteligencia artificial para servicio al cliente para 2025, mientras que ThunderBit (2026) reporta que el 91% de las organizaciones actualmente utilizan o tienen planes concretos de adoptar esta tecnología. En términos de distribución geográfica, China domina el mercado con más de 80 mil millones de dólares que se gastarán a través de chatbots en 2024, representando más del 55% del gasto global, según Juniper Research citado por Adam Connell (2025). América del Norte mantiene una participación del 31.1% del gasto global según Fullview (2025), mientras que Asia-Pacífico emerge como la región de más rápido crecimiento con una tasa anual del 24%, de acuerdo con ThunderBit (2026). El liderazgo del mercado lo ostenta ChatGPT con el 79.79% de participación

global, más de 800 millones de usuarios semanales y 5.8 mil millones de visitas mensuales promedio en su sitio web, según datos de DemandSage (2025).

Uso de ChatBots para atención al Cliente

Los chatbots se han consolidado como herramientas estratégicas en la atención al cliente, ofreciendo beneficios tangibles tanto para empresas como para consumidores. Según Adam Connell (2025), los chatbots pueden responder aproximadamente el 80% de las preguntas rutinarias y lo hacen 80% más rápido que los agentes humanos, lo que se traduce en una reducción de hasta el 30% en los costos de atención al cliente según MarketsandMarkets citado por el mismo autor. El impacto económico es significativo: DemandSage (2025) reporta que el ahorro total en costos por el uso de chatbots alcanzó 11 mil millones de dólares en 2022, mientras que Botpress (2024) proyecta que los chatbots ahorrarán 2.5 mil millones de horas de trabajo a las empresas. En términos de retorno de inversión, Accenture (citado por Fullview, 2025) indica que las empresas obtienen un promedio de 3.50 dólares por cada dólar invertido en IA para servicio al cliente, con organizaciones líderes alcanzando hasta 8 veces el ROI.

La aceptación por parte de los consumidores ha superado las expectativas iniciales de la industria. Según Invesp (citado por DemandSage, 2025), el 67% de la población mundial ha utilizado chatbots para soporte al cliente, y datos más recientes de G2 Learning Hub (2025) revelan que el 82% de los clientes prefieren interactuar con chatbots en lugar de esperar a un representante humano, lo que representa un incremento del 20% desde 2022. Zendesk (citado por Desk365, 2025) complementa estos hallazgos señalando que el 51% de los consumidores prefieren interactuar con bots en lugar de humanos cuando buscan asistencia inmediata. Además, Verloop.io (2025) reporta que el 80% de los consumidores han interactuado con chatbots al menos una vez y el 47% de los usuarios están abiertos a realizar compras a través de un chatbot. La capacidad de automatización es impresionante: según Tidio (citado por Fullview, 2025), los chatbots pueden automatizar hasta el 70% de las solicitudes de los clientes, y Forbes (citado por Desk365, 2025) proyecta que para 2025, la IA manejará el 95% de todas las interacciones con clientes. Los sectores con mayor adopción incluyen banca y servicios financieros, donde el 92% de los bancos norteamericanos utilizan chatbots con IA según Fullview (2025), así como comercio electrónico, salud, telecomunicaciones y retail según MarketsandMarkets (citado por Botpress, 2024).

1.2. Uso de ChatBot en el rubro inmobiliario

El sector inmobiliario ha experimentado una transformación digital acelerada, con los chatbots emergiendo como herramientas fundamentales para la gestión de prospectos y atención al cliente. Según la Asociación Nacional de Agentes Inmobiliarios de

Estados Unidos (NAR, citada por Streebo, 2025), el 93% de los compradores de viviendas utilizan sitios web en línea como su principal fuente de investigación, lo que ha impulsado la necesidad de atención automatizada las 24 horas. Master of Code (citado por Botpress, 2025) reporta que el 28% de las empresas inmobiliarias ya han adoptado tecnología de chat en vivo o chatbots, representando la tasa de adopción más alta de cualquier industria. Complementando estos datos, Deloitte (citado por Sparrowlane, 2024) señala que más del 72% de los propietarios inmobiliarios globales están comprometidos o considerando seriamente soluciones de inteligencia artificial, mientras que CitrusBug (2025) reporta que aproximadamente el 75% de las corredurías inmobiliarias han integrado IA en sus operaciones y casi el 80% de los agentes inmobiliarios utilizan herramientas basadas en IA como puntuación de prospectos y soporte de chat.

Los beneficios operativos y comerciales de los chatbots en el sector inmobiliario son sustanciales y están respaldados por casos de éxito documentados. Según CitrusBug (2025), los chatbots con IA pueden responder hasta el 80% de las consultas de clientes de inmediato, incluso fuera del horario laboral, y aumentan las tasas de seguimiento de prospectos en aproximadamente un 65%, permitiendo a los agentes concentrarse en clientes con alta probabilidad de conversión. Juniper Research (citado por Streebo, 2025) predice que los chatbots contribuirán con más de 110 mil millones de dólares en ahorros de costos para las empresas para 2026, generando oportunidades significativas de incremento de ingresos en el sector inmobiliario. Un caso destacado es el de un equipo de RE/MAX en Carolina del Norte que, según Sparrowlane (2024), triplicó su tasa de conversión de citas del 5% al 15% y más que duplicó los cierres después de implementar IA de Structurely. Similarmente, Sterling Estates implementó un asistente multicanal de Yogreet y redujo el tiempo de primera respuesta de varias horas a pocos minutos, aumentando la conversión de consulta a visita en un 45%, según reporta el mismo estudio. Las proyecciones de mercado son igualmente prometedoras: Biz4Group (2025) indica que en el sector inmobiliario se espera que el mercado de IA alcance 731.59 mil millones de dólares para 2028 y 1,335.89 mil millones de dólares para 2029, con una tasa de crecimiento anual compuesta superior al 34%, con América del Norte liderando la adopción y representando entre el 38.5% y el 41% de los ingresos en esta área según CitrusBug (2025).

Figura 2.
Aplicaciones de Inteligencia Artificial en el sector Inmobiliario

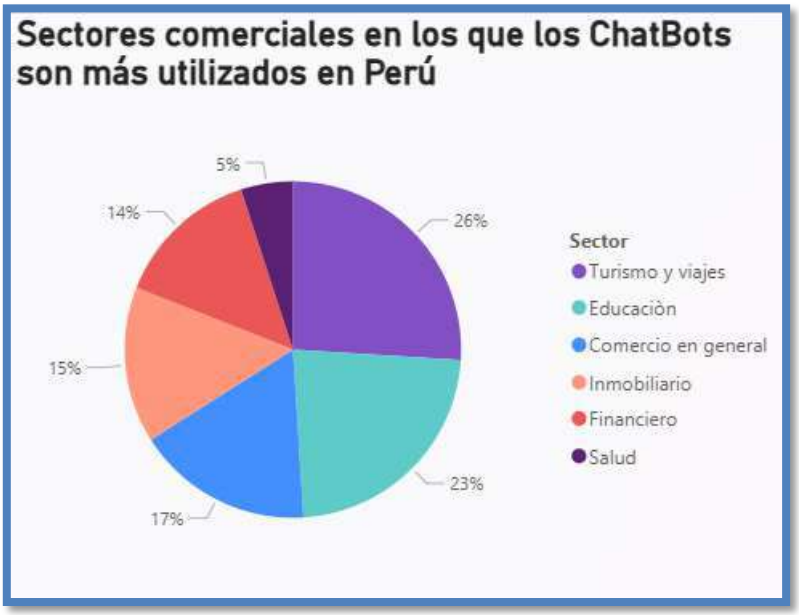


Nota: El grafico muestra el top10 de aplicaciones de IA dentro del sector inmobiliario. Tomado de Asociación Nacional de Agentes Inmobiliarios de EE.UU [Imagen], 2025, (https://www.nar.realtor/artificial-intelligence-real-estate)

Uso de ChatBots en Perú

El mercado peruano ha mostrado una adopción creciente de chatbots, aunque con características particulares respecto al panorama global. Según una encuesta realizada por Play Group a 300 usuarios peruanos (citada por FENACREP, 2024), el 58% de usuarios peruanos afirma haber interactuado con chatbots durante el año, evidenciando una penetración significativa de esta tecnología en el país. Un estudio más reciente de Neo Consulting (citado por Perú21, 2023) realizado con 270 personas revela datos aún más impactantes: el 77% de peruanos usa chatbots más de cuatro veces al mes, y el 63% de los encuestados prefieren interactuar con un chatbot a través de la plataforma de WhatsApp, frente a otras opciones como redes sociales, correo electrónico o página web. Esta preferencia por WhatsApp como canal de comunicación se ve reforzada por datos de GRM Global Research Marketing para JL Consultores (citado por Gestión, 2025), que señala que en 2025 el 42% reconoce haber empleado las redes sociales para comunicarse o enviar algún reclamo a las empresas, y de ese grupo, el 77% utilizó WhatsApp para elevar sus quejas, frente al 59% que lo hizo en 2024. En términos de conocimiento tecnológico, un estudio de "1000 peruanos dicen" (citado por Infobae, 2023) reveló que el 88% de los consumidores peruanos conoce acerca de la inteligencia artificial, con solo un 12% que manifestó desconocerla.

Figura 3.
Sectores comerciales en los que los ChatBots son más utilizados en Perú



Nota: El grafico muestra los sectores comerciales en los que los Chatbots son más utilizados en Perú

Los sectores comerciales que más utilizan chatbots en Perú según la encuesta de Play Group (FENACREP, 2024) son turismo y viajes con 26%, educación con 23%, comercio en general con 17%, inmobiliario con 15%, financiero con 14% y salud con 5%. Las empresas peruanas que han implementado estas herramientas han reportado beneficios significativos: según el mismo estudio, las organizaciones que adoptaron chatbots redujeron hasta en un 70% el uso de otros canales de comunicación como llamadas, mensajes en redes sociales o correos electrónicos, y disminuyeron los costos de atención al cliente hasta un 30%. Los principales motivos por los que los peruanos adoptan chatbots son la atención 24x7 con 39% y la posibilidad de acceder a descuentos con 22%, según Neo Consulting (Perú21, 2023). Sin embargo, existen desafíos importantes: un estudio de Marcas 2023 elaborado por Arellano Consultoría (citado por El Comercio, 2023) reveló que, aunque dos de cada tres consumidores tuvieron contacto con un chatbot empresarial en ese año, solo el 28% de quienes interactuaron con este tipo de inteligencia artificial pudieron solucionar sus dudas completamente. El desglose mostró que apenas el 6% estuvo totalmente de acuerdo en que el chatbot solucionó sus dudas, el 22% estuvo de acuerdo, el 28% se mantuvo neutral, mientras que el 22% estuvo en desacuerdo y el 23% totalmente en desacuerdo. Los expertos consultados por FENACREP (2024) señalan que el principal desafío para las instituciones que desean implementar programas de mensajes automatizados es que para un sector de la población aún es complicado adaptarse a entornos y herramientas digitales, aunque se espera que en el futuro los chatbots

desplazarán a los sistemas de comunicación tradicional en el comercio digital, especialmente entre las generaciones más jóvenes que crecen con mayor exposición a la tecnología.

La constructora inmobiliaria ARCOCASAS E.I.R.L. es una empresa dedicada al desarrollo de proyectos inmobiliarios orientados al crecimiento urbano y económico de la región. Entre sus principales actividades se encuentra la ejecución de proyectos urbanísticos destinados a la venta de lotes y terrenos, los cuales cuentan con servicios básicos implementados, tales como agua potable, energía eléctrica, sistema de desagüe y veredas. Asimismo, la empresa viene desarrollando el proyecto Mercado Plaza Andina, cuya finalidad es dinamizar la actividad comercial del distrito de Concepción, brindando a los habitantes la oportunidad de adquirir puestos y locales comerciales formales.

La empresa cuenta con diversos proyectos inmobiliarios que resultan altamente atractivos para su público objetivo; asimismo, gracias a una gestión activa y actualizada del área de marketing, se logra captar de manera constante a potenciales clientes interesados en sus productos y servicios. No obstante, la gestión y atención de dichos clientes ha representado una problemática significativa para la organización. Esto se debe a que las consultas y solicitudes de información se realizan principalmente a través de plataformas de mensajería instantánea(WhatsApp), las cuales debían ser atendidas de forma manual por uno de los vendedores asignados. Esta situación generaba una sobrecarga operativa, debido a que el personal encargado no contaba con la capacidad suficiente para responder oportunamente todos los mensajes recibidos ni para realizar un adecuado seguimiento de las conversaciones, lo que ocasionaba demoras en la atención, pérdida de oportunidades comerciales y una experiencia insatisfactoria para los clientes.

Durante el mes de noviembre del año 2025, la empresa registró un promedio de 25 mensajes diarios provenientes de clientes interesados en sus proyectos inmobiliarios. Sin embargo, debido a las limitaciones del proceso de atención manual, únicamente 12 mensajes eran atendidos oportunamente, y solo 8 casos lograban contar con un seguimiento constante por parte del personal de ventas. Esta situación se veía agravada por el hecho de que, cuando las respuestas no se brindaban de manera inmediata, los clientes tendían a dejar de interactuar, provocando la finalización prematura de la conversación y la pérdida de potenciales oportunidades comerciales. En consecuencia, estos resultados evidencian la necesidad de implementar un sistema de atención automatizada, que permita mejorar los tiempos de respuesta, asegurar la continuidad en la comunicación con los clientes y optimizar el proceso de seguimiento comercial.

Colocar información de atención al cliente a nivel mundial, nacional o regional y local

Durante el año pasado se han registrado x consultas por mes, de las cuales se atendieron en --- tiempo, situación de como estuvo la empresa respecto a la atención al cliente.

2. **Formulación del problema**
   - **Problema general**
     - ¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la atención del cliente en una constructora inmobiliaria-2026?
   - **Problemas específicos**
     - ¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la captación de clientes potenciales?
     - ¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la evaluación de campañas publicitarias?
     - ¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en el tiempo de respuesta de consultas?
3. **Objetivos de Investigación**
   - **Objetivo general**
     - Demostrar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la atención del cliente en una constructora inmobiliaria-2026.
   - **Objetivos específicos**
     - Evaluar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la captación de clientes potenciales
     - Analizar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la evaluación de campañas publicitarias
     - Demostrar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en el tiempo de respuesta de consultas
4. **Justificación**
   - **Justificación Teórica**

     La presente investigación contribuye al cuerpo de conocimiento existente sobre la aplicación de tecnologías emergentes de inteligencia artificial conversacional en el sector inmobiliario, un campo que ha recibido atención académica limitada en el contexto latinoamericano y específicamente peruano.

     Los agentes basados en modelos de lenguaje de gran escala(LLMs) representan un paradigma emergente en inteligencia artificial que requiere investigación empírica en contextos empresariales específicos para validar su efectividad y delimitar sus condiciones óptimas de aplicación. (Xi, 2023)

     La integración de IA conversacional en procesos de atención al cliente representa una transformación paradigmática en la gestión de relaciones con clientes (CRM)

que requiere marcos teóricos actualizados que consideren la interacción humano-IA como elemento central del customer journey contemporáneo. (Peffers, 2007)

- **Justificación Metodológica**

  La investigación propone y aplica un enfoque sistemático de Investigación y Desarrollo(I+D) adaptado específicamente al contexto de sistemas conversacionales empresariales, proporcionando un marco metodológico replicable y riguroso para proyectos similares.

  Según la OCDE (2015), "la investigación I+D en ciencias aplicadas debe seguir procesos sistemáticos y documentados que permitan la reproducibilidad y validación de resultados por otros investigadores", criterio que esta investigación cumple mediante la estructuración en fases claramente delimitadas: investigación y diagnóstico, diseño de solución, implementación y desarrollo, pruebas y validación, implementación en producción, y evaluación de resultados.

- **Justificación Práctica**

  La presenta investigación aborda una problemática real y crítica que enfrentan las constructoras inmobiliarias en el contexto actual: la gestión eficiente de un alto volumen de consultas de clientes potenciales a través de canales digitales, particularmente WhatsApp, el cual según Statista (2025) concentra el 63% de las interacciones empresa-cliente en el mercado peruano. La implementación de un sistema automatizado de atención al cliente representa una solución concreta y operativa a problemas tangibles como tiempos de respuesta prolongados, pérdida de oportunidades comerciales por atención tardía, sobrecarga del personal de ventas y falta de disponibilidad fuera del horario laboral.

  La solución propuesta también aborda la necesidad práctica de disponibilidad 24/7 identificada por Neo Consulting, donde el 39% de usuarios peruanos señalan la atención continua como principal motivación para usar chatbots. En el sector inmobiliario, donde los clientes potenciales frecuentemente investigan opciones de vivienda durante noches y fines de semana, la incapacidad de proporcionar respuestas inmediatas en esos momentos representa pérdida directa de oportunidades. El sistema automatizado elimina esta limitación, capturando leads en cualquier momento y proporcionando información relevante instantáneamente.

- **Justificación Social**

  La investigación contribuye a mejorar la experiencia y acceso a información de ciudadanos que buscan adquirir vivienda, una de las decisiones económicas más importantes en la vida de las personas. Según Kotler et al. (2021), "las tecnologías digitales tienen el potencial de democratizar el acceso a productos y servicios de alta implicación al reducir asimetrías de información y facilitar procesos de toma de decisión informada" (p. 234). El sistema propuesto contribuye a este objetivo al

proporcionar información inmediata, precisa y accesible sobre proyectos inmobiliarios, precios, ubicaciones, características y opciones de financiamiento, sin barreras temporales o geográficas.

5. Hipótesis

- **Hipótesis general**
  - El diseño e implementación de un sistema automatizado influye positivamente en la atención del cliente en una constructora inmobiliaria-2026
- **Hipótesis específicas**
  - El diseño e implementación de un sistema automatizado influye favorablemente en la captación de clientes potenciales.
  - El diseño e implementación de un sistema automatizado influye favorablemente en la evaluación de campañas publicitarias.
  - El diseño e implementación de un sistema automatizado influye favorablemente en el tiempo de respuesta de consultas.

6. Operacionalización de Variables

Tabla 1**.**

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Sistema Automatizado VI	Un sistema que opera automáticamente mediante el uso de tecnologías de control, procesamiento de información y sistemas electromecánicos, realizando tareas y procesos con mínima o nula intervención humana, con el objetivo de incrementar la eficiencia, precisión y consistencia de las operaciones. (Adamopoulou E. , 2020)	Calidad del sistema	Efectividad Eficiencia Accesibilidad Portabilidad
		Seguridad de la información	Seguridad Disponibilidad
Atención al cliente VD	El conjunto de actividades y procesos diseñados para interactuar con los clientes antes, durante y después de la compra, con el objetivo de	Captación de clientes	Cantidad de clientes por día
		Evaluación de campañas	Cantidad de interacciones por campaña

	satisfacer sus necesidades, resolver sus consultas, proporcionar información relevante y crear experiencias positivas que generan satisfacción y lealtad. (Zeithaml, 2018)	Tiempo	Reducción en el tiempo de respuesta.

Nota: Esta tabla muestra la operacionalización de variables de la presente investigación

7. Metodología de la Investigación

7.1. Tipo de Investigación

Para (Murillo, 2008), la investigación aplicada se denomina "investigación práctica o empírica" porque busca conocimientos adquiridos tras implementar y sistematizar prácticas basadas en la investigación. El uso del conocimiento y de los resultados de la investigación nos permite comprender la realidad de forma rigurosa, organizada y sistemática.

La presente investigación tiene como propósito resolver un problema practico especifico mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos existentes para generar una solución concreta. En este caso, la investigación aplica conocimientos de inteligencia artificial, procesamiento de lenguaje natural, ingeniería de software y gestión de relaciones con clientes para diseñar e implementar un sistema automatizado de atención al cliente en una constructora inmobiliaria.

7.2. Nivel de Investigación

Según (Hernández & Mendoza, 2018) menciona que “el alcance de investigación de nivel explicativo se centra en explicar las causas de un fenómeno y sus consecuencias relacionándolo con dos o más variables, de los sucesos que se estudian se proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno que se hace referencia”.

Basado en ello, el nivel de investigación que se consideró para esta investigación es de naturaleza explicativa porque busca establecer relaciones causales entre la variable independiente (sistema automatizado) y las variables dependientes (captación de clientes, evaluación de campañas, tiempo de respuesta).

7.3. Sistema de referencia

El sistema de referencia de la presente investigación es la constructora inmobiliaria ARCOCASAS E.I.R.L., empresa ubicada en el distrito de Concepción, provincia de Concepción, región Junín, Perú. La empresa cuenta

con más de diez años de trayectoria en el desarrollo y comercialización de proyectos inmobiliarios orientados a los segmentos socioeconómicos B, C y D de la región central del país.

Figura 4.
Logo de la empresa ARCOCASAS



Nota: La imagen muestra el logo que la empresa utilizó en el 2025

Al momento del desarrollo de la investigación, ARCOCASAS gestionaba cuatro proyectos activos: tres lotizaciones urbanas (San Roque, Centenario y La Arboleda) y un proyecto comercial (Mercado Plaza Andina), con un portafolio total de 108 lotes residenciales y 113 espacios comerciales. La captación de clientes se realiza íntegramente a través de canales digitales, siendo WhatsApp el principal punto de contacto entre la empresa y sus clientes potenciales.

Población:

La población se encuentra determinada por 800 clientes que consulten acerca de los proyectos de la constructora

$$N = 800$$

Muestra:

Debido a que la población es mayor que 50, entonces se procede a calcular el tamaño de nuestra muestra, utilizando la formula:

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

En donde:

n = Tamaño de muestra buscada

N = Tamaño de la población

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza

e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (fracaso)

Se aplica la formula teniendo en cuenta nuestros datos, obteniendo los siguientes resultados:

$$n = \frac{800.(1.96^2).(0.5).(1-0.5)}{(0.05)^2(800-1)+(1.96)^2.(0.5).(1-0.5)}$$

$$n = 260$$

Se necesitarían 260 consultas como muestra mínima para tener un 95% de confianza con 5% de margen de error.

En este primer capítulo se ha establecido una base sólida para abordar el problema de la visibilidad de las investigaciones científicas de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Se ha realizado un análisis de la situación actual, identificando las limitaciones en la investigación científica que afectan su visibilidad. Además, se ha formulado el problema de investigación, los objetivos de investigación y se ha justificado teórica, metodológica, práctica y socialmente esta investigación. Asimismo, se han planteado hipótesis que servirán como base para evaluar la influencia de la implementación de la aplicación. Por último, se ha planteado la operacionalización de variables y la metodología de la investigación.

CAPITULO II
MARCO DE REFERENCIA

En este segundo capítulo, se llevará a cabo un análisis y evaluación de investigaciones similares a la que se está abordando. Estas investigaciones proporcionarán un contexto relevante para comprender las variables de análisis y los enfoques metodológicos utilizados en este estudio. Además, se establecerán las bases teóricas que respaldan la investigación. También se presentará el Modelo Aplicativo que servirá como guía en la Intervención Metodológica. Por último, se delineará el Marco Conceptual, el cual aclarará los términos y conceptos clave utilizados en la investigación.

1. **Antecedentes**

   A1. Ammet Sao, Divya Pathak, Garima Vijh, Surabhi Saxena, Anant Deogaonkar (2025) "Analyzing the Impact of AI-Enabled Chatbot on Service Quality in the Real Estate Sector: An Empirical Study in NCR"

   El estudio tuvo como objetivo analizar el impacto de los chatbots habilitados con inteligencia artificial en la calidad del servicio dentro del sector inmobiliario de la región de la Capital Nacional(NCR) en India, evaluando específicamente como las dimensiones de capacidad de respuesta, empatía y confiabilidad afectan la participación y satisfacción del cliente. Su investigación empleo un enfoque empírico cuantitativo, utilizando encuestas estructuradas aplicadas a usuarios de servicios inmobiliarios que habían interactuado con chatbots. Realizaron un análisis estadístico para medir la correlación entre las dimensiones del servicio y los niveles de satisfacción del cliente. Los resultados enfatizaron la importancia significativa de la capacidad de respuesta, empatía y confiabilidad en la promoción de la participación y satisfacción del cliente.

   Este investigación nos proporciona un marco conceptual para evaluar la calidad del servicio de chatbots en el sector inmobiliario, identificando dimensiones claves que deben considerarse en el diseño e implementación del sistema propuesto. Los resultados obtenidos validan la necesidad de desarrollar chatbots conversacionales que no solo automaticen respuestas, sino que también generen confianza con los clientes.

   A2. Dhruv Kikani, Sunny M. Ramchandani (2025) "The Impact of AI Chatbots on Customer Service: Efficiency and Satisfaction"

Esta investigación tuvo como objetivo el evaluar el impacto de los chatbots con IA en la eficiencia del servicio al cliente y la satisfacción del usuario, comparando su rendimiento con los representantes humanos y determinando las condiciones óptimas para su implementación. El estudio utilizó métodos mixtos (cualitativos y cuantitativos), incluyendo análisis de datos secundarios de informes de McKinsey (2023), Gartner (2021) y estudios IEEE sobre eficiencia de chatbots. Realizaron un análisis estadístico descriptivo de datos de encuestas aplicadas a más de 1,000 consumidores, midiendo métricas como tiempo promedio de respuesta (3.5 segundos), tasa de éxito en resolución (85%) y satisfacción del cliente. Además, se realizaron estudios de caso de empresas como Amazon y Bank of America que implementan modelos híbridos IA-humano. En sus resultados se puede observar que las empresas que utilizan Chatbots con IA reportaron una reducción del 30-40% en costos de servicio al cliente mientras mejoraron el tiempo de respuesta en 35%, mejorando significativamente la eficiencia operativa. El 72% de los usuarios estuvieron satisfechos con las respuestas del chatbot, aunque el 58% aún prefería asistencia humana para consultas complejas. Los resultados demostraron que un modelo híbrido donde los chatbots manejan consultas iniciales y los agentes humanos toman casos complejos resulta óptimo, con el 64% de los encuestados prefiriendo este sistema combinado.

Este antecedente nos permite validar los beneficios operativos y económicos de implementar chatbots con IA en la atención al cliente. Los datos sobre reducción de costos y mejora en tiempos de respuesta proporcionan benchmarks concretos para evaluar el impacto del sistema propuesto. Además, la identificación del modelo hibrido como solución óptima sugiere que el sistema a implementar debería incluir situaciones en las que la atención debe escalar hacia una atención humana para resolver casos complejos.

A3. Eric Ngai, Maggie Lee, Mei Luo, Patrick Chan, Tenglu Liang (2021) "An Intelligent Knowledge-Based Chatbot for Customer Service"

En esta investigación, los autores propusieron una arquitectura de sistema de agente conversacional inteligente basado en conocimiento para soportar servicios al cliente en ventas y marketing de comercio electrónico, demostrando su efectividad mediante una implementación piloto en una empresa manufacturera líder de ropa íntima femenina. La investigación utilizo la metodología de Investigación y Desarrollo (I+D), comenzando con una revisión exhaustiva de literatura sobre diseño de chatbots y arquitectura de sistemas para servicios al cliente, identificando brechas en el diseño de bases de conocimiento(KB). Los resultados de la evaluación del prototipo fueron satisfactorios, demostrando que el sistema puede ser efectivo en mejorar la eficiencia del soporte de servicio al cliente. El chatbot pudo responder

instantáneamente consultas de clientes sin involucrar personal humano, mejorando la calidad del servicio y optimizando la asignación de recursos humanos.

Esta investigación nos proporciona un marco arquitectónico solido para el diseño de chatbots basados en conocimiento integrados con bases de datos relacionales, uno de los elementos principales en la presente investigación. La metodología I+D utilizada es directamente aplicable al proyecto actual. Además, demuestra la importancia de incorporar gestión de conocimiento del cliente y capacidades de mejora continua en sistemas conversacionales para el sector comercial, principios que pueden adaptarse específicamente al contexto de una constructora inmobiliaria.

A4. Katarína Marcineková, **Andrea Janáková Sujová, Rastislav Ďurica (2025) "Implementing AI Chatbots in Customer Service Optimization—A Case Study in Micro-Enterprise"**

En esta investigación, los autores analizaron el impacto de la implementación de un chatbot con IA en la optimización del servicio al cliente en una microempresa de comercio electrónico de artículos de moda, evaluando cambios en indicadores clave de desempeño del servicio antes y después de la implementación. La investigación adoptó un diseño cuasi-experimental con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Se utilizó un enfoque de recolección de datos triangulado, integrando fuentes cuantitativas y cualitativas. La implementación del chatbot con IA condujo a cambios estadísticamente significativos en el número promedio mensual de consultas de clientes. La empresa, con solo 8 empleados, logró aliviar la presión sobre el personal y mejorar los tiempos de respuesta del soporte al cliente.

Esta investigación nos permite acceder a la documentación de la implementación real de un chatbot en una empresa pequeña, contexto similar al de muchas constructoras inmobiliarias en Perú. La metodología cuasi-experimental con análisis pre-post implementación proporciona un modelo replicable para evaluar el impacto del sistema propuesto. Los datos del sistema demuestran la importancia de implementar mecanismos robustos de logging y monitoreo desde el inicio. Además, valida que incluso empresas con recursos limitados pueden beneficiarse significativamente de la automatización mediante chatbots, lo cual es relevante para constructoras inmobiliarias que buscan optimizar operaciones sin incrementar significativamente su plantilla.

A5. Cisneros Sheila, Terrones Bryan (2022) "Chatbot basado en inteligencia artificial para la gestión de incidencias en el área de soporte de Netforce GS"

En su investigación, los autores desarrollaron e implementaron un chatbot basado en inteligencia artificial para la gestión de incidencias en el área de soporte de la empresa Netforce GS y determinar su influencia, considerando como indicadores la ratio de incidencia resuelta y ratio de reincidencias. La investigación utilizó la

metodología ágil SCRUM para el desarrollo del proyecto, permitiendo flexibilidad, productividad y reducción del tiempo de despliegue para adaptar el resultado según las expectativas y necesidades del cliente. La tecnología implementada para el chatbot fue Watson Assistant de IBM, que permitió desarrollar contenido interactivo y flujos de conversación. La implementación del chatbot mejoró significativamente la gestión de incidencias en el área de soporte. Se logró incrementar la ratio de incidencias resueltas y reducir la ratio de reincidencias. El uso de SCRUM permitió entregas iterativas e incrementales, adaptándose continuamente a los requerimientos cambiantes del negocio.

El aporte de esta investigación se basa en demostrar la viabilidad de implementar chatbots con IA en empresas peruanas utilizando metodologías ágiles como SCRUM. La experiencia con Watson Assistant y la integración con bases de datos corporativas mediante APIs proporciona un referente técnico directo para el proyecto actual.

A6. Choque Díaz, Marilyn (2018) "Chatbot académico utilizando tecnologías cognitivas"

La investigación busco Implementar un modelo de tecnología cognitiva para mejorar los servicios de soporte académico con chatbots en instituciones universitarias, específicamente en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). El proyecto buscó diferenciar su modelo de los enfoques convencionales mediante la adición de patrones Customer Experience que mejoran sustancialmente la interacción con el estudiante. Los autores utilizaron una metodología de desarrollo basada en tecnologías cognitivas de IBM Watson. El proyecto logró implementar exitosamente un chatbot académico capaz de manejar consultas de estudiantes con un nivel de personalización superior a los chatbots convencionales. Los patrones Customer Experience incorporados mejoraron la interacción y la experiencia del usuario.

El aporte de esta investigación se basa en la implementación exitosa de tecnologías cognitivas avanzadas en el contexto peruano, específicamente aplicado a servicios de atención al usuario. La incorporación de patrones Customer Experience proporciona un enfoque metodológico para asegurar que el chatbot no solo sea funcionalmente efectivo, sino que también genere satisfacción y engagement con los usuarios.

A7. Bruno Montañez y Alberto Mendoza (2023) "Implementación de un chatbot basado en modelo de lenguaje de inteligencia artificial para responder preguntas frecuentes de estudiantes universitarios"

La investigación busco implementar y evaluar la usabilidad de un chatbot basado en el modelo de lenguaje GPT-3.5-Turbo (OpenAI) para la atención a estudiantes de

primer ciclo de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Trujillo, aprovechando las capacidades de procesamiento de lenguaje natural de los grandes modelos de lenguaje (LLMs). La investigación adoptó un diseño pre-experimental, para evaluar la usabilidad del sistema, se aplicó el Cuestionario de Usabilidad de Chatbot (CUQ - Chatbot Usability Questionnaire) como instrumento de investigación validado. El CUQ permitió medir dimensiones específicas de usabilidad en el contexto de interfaces conversacionales. Se realizaron pruebas con estudiantes reales de primer ciclo, recopilando datos cuantitativos y cualitativos sobre su experiencia de uso. Los resultados del cuestionario CUQ indicaron niveles satisfactorios de usabilidad del sistema.

El aporte del estudio a la investigación actual se basa en la utilización de modelos de lenguaje avanzados (LLMs) dentro del desarrollo de un Chatbot, demostrando que esta tecnología es accesible y viable en el contexto nacional. La utilización de GPT-3.5-Turbo mediante API proporciona un modelo técnico directo para el proyecto actual, que contempla integración con modelos de lenguaje avanzados.

2. Marco Teórico

2.1. Sistema Automatizado

Un sistema que opera automáticamente mediante el uso de tecnologías de control, procesamiento de información y sistemas electromecánicos, realizando tareas y procesos con mínima o nula intervención humana, con el objetivo de incrementar la eficiencia, precisión y consistencia de las operaciones. (Huaylinos, 2017)

2.1.1. Servidor virtual

Un servidor virtual, también conocido como servidor privado virtual (VPS - Virtual Private Server), es una máquina virtual que funciona como un servidor dedicado dentro de un servidor físico más grande. Un servidor virtual es una instancia de un sistema operativo que se ejecuta en un entorno virtualizado, proporcionando recursos computacionales dedicados como CPU, memoria RAM, almacenamiento y ancho de banda de red de manera aislada de otras instancias virtuales. (Tanenbaum A. S., Modern Operating Systems, 2015)

La virtualización de servidores ofrece ventajas significativas en términos de escalabilidad, costo-efectividad y flexibilidad operacional. Los servidores virtuales permiten a las organizaciones implementar y gestionar infraestructura de TI de manera más eficiente, reduciendo costos de hardware físico, consumo energético y tiempo de aprovisionamiento de recursos. En el contexto de aplicaciones empresariales, los servidores

virtuales proporcionan la base computacional necesaria para alojar sistemas de información, bases de datos, servicios web y aplicaciones de negocio con requisitos específicos de disponibilidad y rendimiento. (Portnoy, Virtualization Essentials , 2016)

2.1.2. Digital Ocean

Digital Ocean es un proveedor de servicios de infraestructura en la nube fundado en 2011, especializado en ofrecer soluciones de computación en la nube simplificadas y accesibles para desarrolladores, startups y pequeñas empresas. La plataforma proporciona infraestructura de nube escalable con una interfaz intuitiva y precios transparentes, permitiendo a los desarrolladores desplegar aplicaciones rápidamente sin la complejidad de plataformas empresariales tradicionales. (DigitalOcean, 2025)

2.1.3. Droplet

Un Droplet es la unidad fundamental de computación en Digital Ocean, representando un servidor privado virtual (VPS) escalable y flexible. Según la documentación técnica, "un Droplet es una máquina virtual Linux o Windows que se ejecuta sobre hardware virtualizado, proporcionando recursos computacionales dedicados con opciones de configuración personalizables según las necesidades de la aplicación". (DigitalOcean, 2025)

Los Droplets están disponibles en múltiples configuraciones de hardware, desde instancias básicas con 1 vCPU y 1 GB de RAM hasta configuraciones de alto rendimiento con CPUs dedicadas, 32+ vCPUs y 192+ GB de RAM. Los Droplets de Digital Ocean ofrecen una relación precio-rendimiento competitiva, con capacidad de escalamiento vertical (aumentar recursos de un Droplet existente) y horizontal (agregar más Droplets con balanceadores de carga. Las características técnicas incluyen almacenamiento SSD de alto rendimiento, ancho de banda de red de hasta 12 Gbps, snapshots para respaldos, y redes privadas para comunicación segura entre Droplets. (Smith, 2022)

2.1.4. N8N

N8N (pronunciado "n-eight-n") es una plataforma de automatización de flujos de trabajo, de código abierto y autoalojable que permite integrar aplicaciones, servicios y APIs mediante una interfaz visual de tipo "low-code". Según la documentación oficial de n8n, "n8n es una herramienta de

automatización extensible y basada en nodos que permite crear flujos de trabajo complejos conectando más de 400 aplicaciones y servicios diferentes, desde herramientas de productividad hasta APIs personalizadas y bases de datos". (n8n, 2025)

La arquitectura de n8n se basa en el concepto de nodos conectados que representan operaciones específicas: nodos de trigger (activadores) que inician flujos de trabajo en respuesta a eventos, nodos de acción que ejecutan operaciones en servicios externos, y nodos de lógica que permiten condicionales, loops y transformaciones de datos. Las plataformas de automatización de flujos de trabajo como n8n democratizan la capacidad de integrar sistemas empresariales sin requerir conocimientos profundos de programación, permitiendo a usuarios técnicos y de negocio crear automatizaciones complejas mediante interfaces visuales. (Van der Aalst, Process Mining: Data Science in Action, 2016)

2.1.5. Meta for Developers

Meta for Developers (anteriormente Facebook for Developers) es la plataforma oficial de Meta Platforms Inc. que proporciona herramientas, APIs, SDKs y documentación para desarrolladores que desean integrar sus aplicaciones con los productos de Meta, incluyendo Facebook, Instagram, WhatsApp y Messenger. Meta for Developers ofrece un ecosistema completo de APIs y servicios que permiten a desarrolladores crear experiencias integradas, implementar sistemas de autenticación social, desarrollar chatbots, gestionar publicidad programática y acceder a insights de usuarios con el consentimiento apropiado. (Meta for Developers, 2025)

2.1.6. Meta Business Suite

Meta Business Suite es una plataforma unificada de gestión empresarial que permite a las organizaciones administrar su presencia en Facebook e Instagram desde una única interfaz centralizada. Según Meta (2025), "Business Suite proporciona herramientas integradas para gestionar contenido, responder mensajes, analizar métricas de rendimiento, administrar anuncios y colaborar en equipo, optimizando la eficiencia operacional de la gestión de redes sociales empresariales".

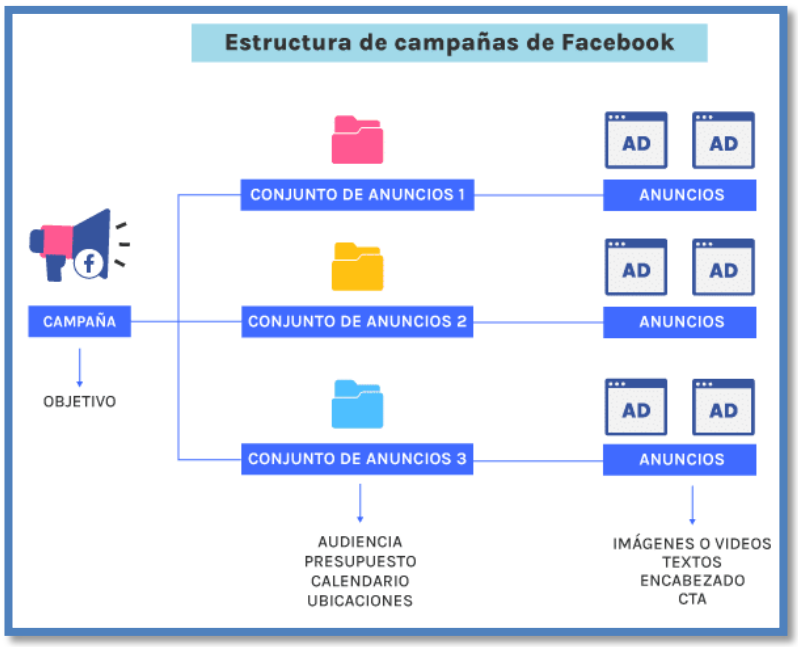
La plataforma integra funcionalidades previamente dispersas en múltiples herramientas: publicación programada de contenido en Facebook e Instagram, bandeja de entrada unificada para mensajes de ambas

plataformas más WhatsApp (cuando está conectado), herramientas de análisis con métricas de alcance, engagement e insights de audiencia, gestión de catálogos de productos para comercio electrónico, y funcionalidades básicas de gestión de anuncios. (Meta Business Help Center, 2025)

2.1.7. Facebook Ads

Facebook Ads es la plataforma de publicidad digital de Meta que permite a empresas y anunciantes crear, gestionar y optimizar campañas publicitarias en Facebook, Instagram, Messenger y Audience Network. Según Meta Business (2025), "Facebook Ads ofrece capacidades avanzadas de segmentación de audiencias basadas en datos demográficos, intereses, comportamientos y conexiones, permitiendo a los anunciantes alcanzar usuarios específicos con mensajes personalizados y medir el retorno de inversión con precisión".

Figura 5.
Estructura de campañas de Facebook



Nota: El grafico muestra la estructura de las campañas de Facebook. Tomado de Luzzi Digital [Imagen] , 2020, (https://www.luzzidigital.com/glosario-de-terminos-facebook-ads/)

La arquitectura de Facebook Ads se estructura en tres niveles jerárquicos: campañas (nivel superior donde se define el objetivo de marketing), conjuntos de anuncios (nivel medio donde se configura segmentación de audiencia, presupuesto, programación y ubicaciones) y anuncios (nivel

inferior donde se diseña el contenido creativo, texto, imágenes/videos y llamados a la acción). (Meta Business, 2025)

2.1.8. WhatsApp

WhatsApp es una aplicación de mensajería instantánea multiplataforma adquirida por Facebook (ahora Meta) en 2014, que se ha consolidado como el servicio de mensajería más utilizado a nivel mundial. WhatsApp cuenta con más de 2.78 mil millones de usuarios activos mensuales en 2025, siendo la aplicación de mensajería más popular en más de 180 países, especialmente en Latinoamérica, Europa, India y África. (Statista, 2025)

WhatsApp ofrece funcionalidades que van más allá de la mensajería simple: mensajes de texto, llamadas de voz y video, compartición de archivos multimedia (imágenes, videos, documentos, ubicaciones), mensajes de voz, estados (stories), y funcionalidades de grupo con hasta 1,024 participantes. En el contexto empresarial latinoamericano, WhatsApp ha desplazado parcialmente canales tradicionales como email y llamadas telefónicas, convirtiéndose en el canal preferido para consultas iniciales, seguimiento de clientes y soporte postventa. La familiaridad universal de los usuarios con WhatsApp reduce barreras de adopción de soluciones empresariales basadas en esta plataforma, incluyendo chatbots conversacionales para atención automatizada. (Church K. &., 2013)

2.1.9. WhatsApp Business API

WhatsApp Business API (anteriormente WhatsApp Business Solution) es la interfaz programática oficial que permite a empresas medianas y grandes integrar WhatsApp en sus sistemas empresariales para comunicación bidireccional a escala con clientes. Según Meta for Developers (2025), "WhatsApp Business API proporciona capacidades para enviar notificaciones automatizadas, implementar chatbots conversacionales, integrar con sistemas CRM, gestionar múltiples agentes, y ofrecer atención al cliente a través de WhatsApp cumpliendo políticas estrictas de privacidad y prevención de spam".

A diferencia de WhatsApp Business App (aplicación gratuita para pequeños negocios con funcionalidades básicas), WhatsApp Business API está diseñada para implementaciones empresariales y requiere infraestructura de servidor propia o uso de Business Solution Providers (BSPs) certificados por Meta. La API opera mediante el protocolo de

mensajería de WhatsApp Cloud API u On-Premises API, permitiendo enviar mensajes template (plantillas pre-aprobadas por WhatsApp para notificaciones) y responder mensajes iniciados por usuarios dentro de una ventana de 24 horas. (Schoder, 2013)

2.1.10. Redis

Redis es una base de datos en memoria extremadamente rápida que soporta múltiples estructuras de datos incluyendo strings, hashes, lists, sets, sorted sets, bitmaps, hyperloglogs y geospatial indexes, proporcionando versatilidad para diversos casos de uso. Redis (Remote Dictionary Server) es un almacén de estructura de datos en memoria de código abierto que funciona como base de datos NoSQL, caché y broker de mensajes. (Carlson, Redis in Action, 2013)

La arquitectura de Redis se basa en almacenamiento en memoria RAM, lo que proporciona latencias submilisegundo y capacidad de procesamiento de millones de operaciones por segundo, órdenes de magnitud más rápido que bases de datos tradicionales en disco. (Macedo, 2019)

2.1.11. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto reconocido por su robustez, conformidad con estándares SQL, extensibilidad y características empresariales avanzadas. PostgreSQL es el sistema de base de datos de código abierto más avanzado del mundo, ofreciendo características empresariales comparables a bases de datos comerciales como Oracle y Microsoft SQL Server, incluyendo transacciones ACID, integridad referencial, subconsultas complejas, triggers, vistas y procedimientos almacenados. (Momjian, 2001)

2.1.12. Agente LLM

Un Agente LLM (Large Language Model Agent) es un sistema de inteligencia artificial que utiliza modelos de lenguaje de gran escala como núcleo cognitivo para realizar tareas complejas de manera autónoma mediante razonamiento, planificación y ejecución de acciones. Los agentes basados en LLMs representan un paradigma emergente en IA donde modelos de lenguaje pre-entrenados actúan como controladores centrales que pueden percibir entornos, razonar sobre objetivos, planificar

secuencias de acciones y ejecutarlas mediante el uso de herramientas externas. (Xi, 2023)

La arquitectura típica de un agente LLM consiste en varios componentes integrados: el LLM como motor de razonamiento y planificación, memoria de corto plazo (contexto de conversación actual) y largo plazo (conocimiento persistente), capacidad de uso de herramientas (tool use/function calling) para interactuar con APIs y sistemas externos, y mecanismos de reflexión y auto-corrección. Técnicas como ReAct (Reasoning and Acting) permiten a los LLMs generar tanto razonamientos verbales como acciones de manera intercalada, mejorando significativamente su capacidad para resolver tareas complejas que requieren múltiples pasos. El paradigma de agentes LLM supera las limitaciones de chatbots tradicionales basados en reglas o flujos predefinidos, permitiendo comportamiento emergente adaptativo basado en comprensión semántica profunda del lenguaje natural. (Yao, 2023)

2.1.13. OpenAI API

La API de OpenAI (comúnmente referida como ChatGPT API) es la interfaz programática que permite a desarrolladores integrar los modelos de lenguaje avanzados de OpenAI, incluyendo los modelos de GPT, en sus aplicaciones empresariales. La API de OpenAI proporciona acceso a modelos de lenguaje de última generación capaces de comprender y generar texto en lenguaje natural para una amplia variedad de tareas incluyendo conversación, traducción, resumen, generación de código, análisis de sentimientos y respuesta a preguntas.

La API opera mediante llamadas HTTP REST, donde las aplicaciones envían prompts (instrucciones y contexto) y reciben completions (respuestas generadas por el modelo). Los modelos más avanzados como GPT-4 Turbo soportan ventanas de contexto de hasta 128,000 tokens, permitiendo procesar documentos extensos, mantener conversaciones largas y razonar sobre información compleja. (OpenAI, 2025)

2.1.14. Google Sheets

Google Sheets es una aplicación de hojas de cálculo basada en la nube desarrollada por Google como parte de la suite Google Workspace. Google Sheets proporciona capacidades de hoja de cálculo colaborativa en tiempo real, accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet, con

almacenamiento automático, control de versiones, y capacidades de colaboración multi-usuario simultánea. (Workspace., 2025)

Google Sheets ofrece funcionalidades avanzadas más allá de cálculos básicos: más de 400 funciones integradas, gráficos dinámicos, tablas dinámicas, validación de datos, formato condicional, macros y scripts personalizados mediante Google Apps Script (JavaScript), y crucialmente, Google Sheets API que permite integración programática con aplicaciones externas para lectura, escritura y gestión automatizada de datos. (Rouse, 2019)

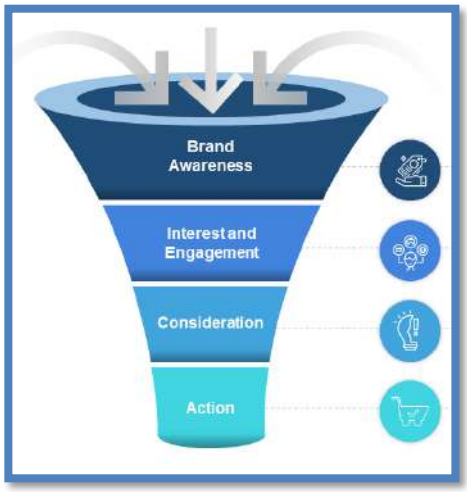
2.2. ATENCIÓN AL CLIENTE

2.2.1. Captación de clientes

La captación de clientes, también denominada adquisición de clientes o lead generation, es el proceso estratégico mediante el cual las organizaciones identifican, atraen y convierten prospectos en clientes reales. La captación de clientes es el primer paso crítico en el proceso de gestión de relaciones con clientes, donde las empresas deben crear valor para los clientes potenciales y establecer relaciones sólidas desde el primer contacto. (Kotler, 2018)

El proceso de captación de clientes en el contexto digital contemporáneo ha evolucionado significativamente con la proliferación de canales digitales y el cambio en comportamientos de compra. El customer journey digital involucra múltiples puntos de contacto (touchpoints) a través de canales online y offline, donde los clientes potenciales investigan, comparan y evalúan opciones antes de tomar decisiones de compra, requiriendo que las empresas implementen estrategias omnicanal coordinadas. El embudo de captación (funnel) típicamente se estructura en etapas: awareness (conciencia), consideration (consideración), decision (decisión) y retention (retención), donde cada etapa requiere tácticas y mensajes específicos.

Figura 6.
Embudo de conversión



Nota: El grafico muestra el embudo de leads que se forma en el mercado y las fases dentro del embudo. Tomado de Marketing Digital [Imagen], 2020, Ian Medina, (https://virket.agency/blog/marketing-digital/que-es-un-embudo-o-funnel-de-conversion/)

En el sector inmobiliario específicamente, la captación de clientes presenta características particulares debido al alto valor de las transacciones, largos ciclos de decisión y múltiples influenciadores en el proceso de compra. La captación en industrias de alto involucramiento como bienes raíces requiere generar confianza, credibilidad y demostrar experiencia mediante contenido educativo, testimonios, recorridos virtuales y atención personalizada desde el primer contacto. (Fill, 2016)

Las estrategias de captación digital en inmobiliarias incluyen marketing de contenidos (blogs, guías de compra), publicidad digital segmentada (Google Ads, Facebook Ads), SEO para búsquedas relacionadas con propiedades, presencia activa en portales inmobiliarios, y crucialmente, sistemas de respuesta rápida a consultas mediante chatbots o personal dedicado. (Payne, 2017)

2.2.2. Evaluación de campañas digitales

La evaluación de campañas digitales es el proceso sistemático de medición, análisis e interpretación del rendimiento de acciones de marketing digital para determinar su efectividad, retorno de inversión (ROI) y oportunidades de optimización. La evaluación efectiva de campañas digitales requiere definir objetivos SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound), identificar KPIs (Key Performance Indicators) apropiados para cada etapa del customer journey, e implementar sistemas de analítica robustos para capturar,

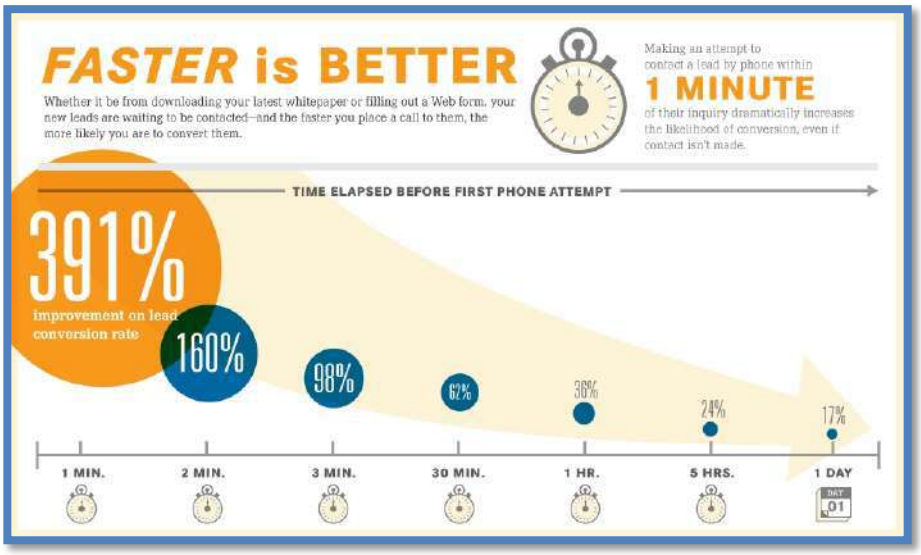
procesar y visualizar datos relevantes. (Chaffey D. &., Digital Marketing Excellence: Planning, Optimizing and Integrating Online Marketing, 2017)

Las métricas de evaluación de campañas digitales se estructuran típicamente en categorías jerárquicas: métricas de actividad (impresiones, clics, visitas), métricas de engagement (tiempo en sitio, páginas por sesión, tasa de rebote), métricas de conversión (leads generados, tasa de conversión, costo por lead) y métricas de negocio (ventas, revenue, ROI, customer lifetime value). Las métricas vanidosas (vanity metrics) como likes o followers deben distinguirse de métricas accionables que correlacionan directamente con objetivos de negocio, enfocando análisis en métricas que realmente impulsan decisiones estratégicas" (p. 78). El autor introduce el concepto de "see-think-do-care framework" para estructurar métricas según la intención del usuario en cada etapa del journey. (Chaffey D. &., Digital Marketing Excellence: Planning, Optimizing and Integrating Online Marketing, 2017)

2.2.3. Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta en atención al cliente se define como el intervalo temporal entre el momento en que un cliente inicia una consulta y el momento en que recibe una respuesta inicial significativa de la organización. El tiempo de respuesta es un componente crítico de la dimensión de capacidad de respuesta en el modelo SERVQUAL de calidad de servicio, donde la percepción de rapidez en la atención impacta directamente en la satisfacción y lealtad del cliente. (Zeithaml, Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm, 2018)

Figura 7.
Velocidad de respuesta y conversión de leads



Nota: El grafico muestra la relación entre el tiempo de respuesta y la conversión de leads potenciales. Tomado de Gorka Garmendia [Imagen], 2013, (https://www.gorkagarmendia.com/fast-faster-faster-velocidad-de-respuesta-conversion-de-leads/)

La importancia de los tiempos de respuesta ha aumentado exponencialmente en la era digital, donde los clientes esperan inmediatez comparable a sus experiencias con plataformas tecnológicas líderes. Según un estudio de Harvard Business Review , "las empresas que responden consultas de clientes dentro de los primeros 5 minutos tienen 100 veces más probabilidades de conectar exitosamente con el prospecto comparado con empresas que responden después de 5 minutos, y 21 veces más probabilidades de calificar el lead exitosamente comparado con empresas que esperan 30 minutos". Estos hallazgos validan que, en contextos de alta competencia, especialmente en comercio electrónico y servicios digitales, la velocidad de respuesta inicial puede ser el factor determinante para capturar o perder una oportunidad de negocio. (Dhaliwal, 2020)

Los tiempos de respuesta deben evaluarse en múltiples dimensiones: tiempo de primera respuesta, tiempo promedio de respuesta, tiempo de resolución completa, y tiempo de respuesta por canal (diferenciando email, chat, redes sociales, teléfono). Según Shep Hyken (2023), experto en experiencia del cliente, "mientras que el tiempo de primera respuesta establece la expectativa inicial, el tiempo total de resolución determina la satisfacción final, siendo ambas métricas críticas, pero requiriendo estrategias diferentes de optimización". La automatización mediante chatbots permite reducir dramáticamente tiempos de primera respuesta a segundos, manteniendo disponibilidad 24/7, aunque debe complementarse con escalamiento eficiente a atención humana para casos complejos que requieren expertise o empatía. En el sector inmobiliario, donde consultas involucran decisiones de alta implicación y múltiples interacciones antes de conversión, establecer tiempos de respuesta competitivos diferencia organizaciones líderes de rezagadas, siendo los chatbots conversacionales una solución tecnológica efectiva para garantizar atención inmediata sin incremento proporcional de costos operativos. (Hyken, 2023)

3. Modelo Aplicativo

La metodología de Investigación y Desarrollo (I+D) es un enfoque sistemático utilizado para generar conocimiento nuevo y aplicarlo en la creación de productos, procesos o servicios innovadores. La investigación y desarrollo

experimental (I+D) comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible. (OCDE, 2015)

El modelo I+D se distingue de otros enfoques de investigación por su énfasis en la aplicación práctica y la generación de innovaciones tangibles. La metodología I+D en ingeniería de software integra actividades de investigación exploratoria para comprender problemas y tecnologías emergentes con actividades de desarrollo para crear soluciones funcionales que aborden necesidades reales del mercado. Este enfoque dual permite validar teorías mediante implementaciones concretas, generando conocimiento tanto académico como práctico. (Pressman, Ingeniería del software: Un enfoque práctico, 2021)

En el contexto de sistemas de información y software, el modelo I+D típicamente incluye fases de análisis de estado del arte, identificación de brechas tecnológicas, diseño de soluciones innovadoras, implementación de prototipos o sistemas completos, validación experimental, y documentación de hallazgos. La investigación I+D en sistemas de información debe producir artefactos innovadores (constructos, modelos, métodos, instanciaciones) que resuelvan problemas importantes y no resueltos, mientras contribuyen conocimiento riguroso a la base teórica de la disciplina. (Hevner, 2024)

3.1. Fases del modelo

La metodología de Investigación y Desarrollo (I+D) para el desarrollo de sistemas de información se estructura típicamente en fases secuenciales e iterativas que van desde la conceptualización hasta la evaluación del impacto. El proceso de desarrollo de software bajo enfoque I+D debe incorporar actividades de investigación que informen el diseño de soluciones innovadoras, seguidas de actividades de desarrollo que materialicen esas soluciones, y finalmente actividades de evaluación que validen su efectividad. (Sommerville, 2016)

Figura 8.
Metodología I+D



Nota: El grafico muestra las fases de la metodología I+D

Fase 1: Investigación y diagnostico

Esta fase inicial involucra la revisión exhaustiva del estado del arte, identificación del problema de investigación, análisis de necesidades del contexto específico y definición de objetivos. La identificación y motivación del problema es el punto de partida del Design Science Research, donde se debe demostrar la importancia del problema y justificar el valor de una solución mediante evidencia empírica o argumentación lógica. En esta fase se realizan actividades de recolección de datos mediante entrevistas, encuestas, observación directa y análisis documental para comprender profundamente el contexto y requisitos del sistema a desarrollar. (Peffers, 2007)

Fase 2: Diseño de la solución

La fase de diseño involucra la concepción de la arquitectura del sistema, selección de tecnologías apropiadas, diseño de bases de datos, interfaces de usuario y lógica de negocio. El diseño de software efectivo requiere considerar múltiples perspectivas: arquitectura del sistema, diseño de componentes, diseño de interfaz y diseño de datos, cada uno con principios y patrones específicos que guían decisiones de diseño. Se utilizan herramientas de modelado como diagramas UML, diagramas de arquitectura y prototipos de interfaz para documentar y comunicar decisiones de diseño. (Pressman, Ingeniería del software: Un enfoque práctico, 2021)

Fase 3: Implementación y Desarrollo

Esta fase implica la codificación del sistema según las especificaciones de diseño, integrando componentes, desarrollando funcionalidades y aplicando

buenas prácticas de ingeniería de software. El software funcionando es la medida principal de progreso, por lo que la fase de implementación debe enfocarse en entregar incrementos funcionales que puedan ser probados y validados iterativamente. Se aplican metodologías ágiles como Scrum para gestionar el desarrollo en sprints, permitiendo flexibilidad para adaptarse a cambios de requisitos. (Beck, 2001)

Fase 4: Pruebas y Validación

La fase de pruebas involucra verificación técnica (pruebas unitarias, de integración, de sistema) y validación con usuarios reales para confirmar que el sistema cumple requisitos funcionales y no funcionales. Las pruebas de software deben ser diseñadas no solo para demostrar que el software funciona, sino para descubrir defectos, con casos de prueba que cubran escenarios normales, límite y excepcionales. Se utilizan métricas cuantitativas (tiempo de respuesta, tasa de error, throughput) y cualitativas (satisfacción de usuario, usabilidad) para evaluar calidad del sistema. (Myers, 2011)

Fase 5: Implementación en Producción

Esta fase implica el despliegue del sistema en el entorno real de operación, migración de datos, capacitación de usuarios y monitoreo inicial. El despliegue continuo y la entrega continua reducen riesgos al implementar cambios pequeños e incrementales con validación automatizada, permitiendo rollback rápido si surgen problemas. (Humble, 2010)

Fase 6: Evaluación de Resultados

La fase final involucra la medición sistemática del impacto del sistema mediante comparación de métricas pre y post-implementación, análisis estadístico de resultados y documentación de hallazgos. Según Hevner y otros (2004), "la evaluación en Design Science Research debe demostrar rigurosamente la utilidad, calidad y eficacia del artefacto diseñado mediante métodos apropiados como experimentos controlados, estudios de caso, pruebas funcionales o análisis descriptivo" (p. 85). Los resultados de esta fase informan conclusiones de la investigación y recomendaciones para mejoras futuras.

4. Marco Conceptual

- **API (Application Programming Interface - Interfaz de Programación de Aplicaciones):** Conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e

integrar el software de las aplicaciones, permitiendo la comunicación entre diferentes programas de software. (Red Hat, 2024)

- **Automatización:** Uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos. (Groover, 2015)
- **Atención al Cliente:** Conjunto de actividades interrelacionadas que ofrece una empresa con el fin de que el cliente obtenga el producto o servicio en el momento y lugar adecuado, garantizando un uso correcto del mismo y satisfaciendo sus necesidades (Pérez V. , 2016)
- **Base de Datos Relacional:** Colección de datos organizados en tablas relacionadas entre sí mediante claves primarias y foráneas, que permite el almacenamiento, recuperación y manipulación eficiente de información estructurada utilizando el lenguaje SQL (Date, 2004)
- **Bot Conversacional:** Programa de software que utiliza inteligencia artificial para mantener conversaciones con usuarios humanos a través de interfaces de texto o voz, simulando interacciones naturales. (Adamopoulou, 2020)
- **Chatbot:** Sistema de software diseñado para interactuar con humanos utilizando lenguaje natural a través de texto o voz, capaz de responder preguntas, realizar tareas y mantener conversaciones coherentes (Moussiades, 2020)
- **Cliente Potencial:** Individuo u organización que ha mostrado interés en los productos o servicios de una empresa, pero aún no ha realizado una compra, representando una oportunidad de conversión en cliente real (Chaffey D. &.-C., 2019)
- **Cloud Computing (Computación en la Nube):** Modelo que permite el acceso ubicuo, conveniente y bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con mínimo esfuerzo de gestión (Mell, The NIST definition of cloud computing , 2011)
- **CRM (Customer Relationship Management - Gestión de Relaciones con Clientes):** Estrategia de negocio orientada a entender, anticipar y gestionar las necesidades de los clientes actuales y potenciales de una organización, apoyada por tecnologías que facilitan la recopilación, análisis y uso de información del cliente. (Buttle, 2019)
- **Droplet:** Instancia de servidor privado virtual (VPS) en la plataforma DigitalOcean que proporciona recursos computacionales dedicados como CPU, memoria RAM y almacenamiento para alojar aplicaciones y servicios (DigitalOcean, 2025)
- **Embudo de Conversión (Conversion Funnel):** Modelo que representa el proceso mediante el cual los usuarios potenciales se convierten en clientes, pasando por

etapas secuenciales desde el conocimiento inicial hasta la acción deseada (compra, registro, contacto) (Chaffey D. &.-C., 7)

- **Function Calling:** Capacidad de los modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) para identificar cuándo utilizar herramientas o funciones externas específicas y estructurar llamadas a APIs con los parámetros apropiados basándose en el contexto de la conversación. (OpenAI, 2024)
- **Infraestructura como Servicio (IaaS - Infrastructure as a Service):** Modelo de servicio de computación en la nube que proporciona recursos de infraestructura de TI virtualizados (servidores, almacenamiento, redes) bajo demanda a través de internet con un modelo de pago por uso. (Mell, The NIST definition of cloud computing (NIST Special Publication 800-145))
- **Integración de APIs:** Proceso de conectar dos o más aplicaciones o servicios mediante sus interfaces de programación (APIs) para permitir el intercambio automatizado de datos y funcionalidades entre sistemas heterogéneos. (Fielding, Architectural styles and the design of network-based software architectures, 2000)
- **Inteligencia Artificial:** Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas. (Norvig, 2020)
- **KPI (Key Performance Indicator - Indicador Clave de Rendimiento):** Métrica cuantificable que se utiliza para evaluar el éxito de una organización, empleado o proceso en el cumplimiento de objetivos específicos de desempeño. (Parmenter, 2015)
- **Lead (Prospecto Calificado):** Contacto de un cliente potencial que ha expresado interés en los productos o servicios de una empresa proporcionando información de contacto y que cumple con criterios específicos de calificación establecidos por la organización. (Fill, 2016)
- **LLM (Large Language Model - Modelo de Lenguaje de Gran Escala):** Modelo de inteligencia artificial entrenado con enormes cantidades de datos textuales que puede comprender, generar y manipular lenguaje natural humano para realizar una amplia variedad de tareas lingüísticas (Brown, 2020)
- **Mensajería Instantánea:** Forma de comunicación en tiempo real basada en texto escrito que permite el intercambio de mensajes entre dos o más personas a través de internet o redes móviles (Church K. &., 2013)
- **Metodología Ágil:** Enfoque de desarrollo de software que promueve la planificación adaptativa, el desarrollo evolutivo, la entrega temprana y la mejora continua, fomentando respuestas rápidas y flexibles al cambio. (Schwaber, 2020)
- **NLP (Natural Language Processing - Procesamiento de Lenguaje Natural):** Campo de la inteligencia artificial que se centra en la interacción entre computadoras

y lenguaje humano, permitiendo que las máquinas lean, descifren, comprendan y generen lenguaje natural de manera significativa (Martin J. &., 2023)

- **NoSQL:** Clase de sistemas de gestión de bases de datos que no utilizan el modelo relacional tradicional, diseñados para manejar grandes volúmenes de datos distribuidos con esquemas flexibles y escalabilidad horizontal (Sadalage, 2012)
- **Procesamiento Asíncrono:** Método de procesamiento en el cual las operaciones se ejecutan de forma independiente sin bloquear el flujo principal del programa, permitiendo que otras tareas continúen mientras se completan operaciones que requieren tiempo. (Tanenbaum A. S., 2014)
- **Prompt:** Instrucción o entrada de texto que se proporciona a un modelo de lenguaje para guiar su generación de respuestas, actuando como contexto y especificación de la tarea deseada. (OpenAI, 2025)
- **Redis:** Sistema de almacenamiento de estructura de datos en memoria de código abierto que funciona como base de datos, caché y broker de mensajes, caracterizado por su alta velocidad y soporte para múltiples tipos de datos. (Carlson, Redis in action, 2013)
- **REST API (Representational State Transfer API):** Estilo arquitectónico para diseñar servicios web que utiliza el protocolo HTTP para la comunicación entre cliente y servidor, basado en recursos identificables mediante URLs y operaciones estándar (GET, POST, PUT, DELETE). (Fielding, Architectural styles and the design of network-based software architectures, 2000)
- **ROI (Return on Investment - Retorno de Inversión):** Métrica financiera utilizada para evaluar la eficiencia de una inversión, calculada como la relación entre el beneficio neto obtenido y el costo de la inversión, expresada típicamente como porcentaje. (Brigham, 2019)
- **Satisfacción del Cliente:** Medida del grado en que los productos o servicios proporcionados por una empresa cumplen o superan las expectativas del cliente. (Zeithaml, Services marketing: Integrating customer focus across the firm, 2017)
- **Servidor Virtual (VPS - Virtual Private Server):** Máquina virtual vendida como servicio por un proveedor de hosting que ejecuta su propia copia de un sistema operativo, proporcionando a los usuarios acceso a nivel de superusuario sobre esa instancia del sistema operativo. (Tanenbaum A. S., Modern operating systems, 2014)
- **Sistema de Información:** Conjunto organizado de elementos que pueden ser personas, datos, actividades o recursos materiales en general, que interactúan entre sí para procesar información y distribuirla de manera adecuada en función de los objetivos de una organización. (Laudon, 2020)
- **Tiempo de Respuesta:** Intervalo temporal transcurrido entre el momento en que un usuario o sistema realiza una solicitud y el momento en que recibe una respuesta

completa a dicha solicitud. (Zeithaml, Services marketing: Integrating customer focus across the firm, 2017)

- **Token:** Unidad básica de texto procesada por modelos de lenguaje, que puede representar palabras completas, subpalabras o caracteres individuales según el método de tokenización utilizado. (OpenAI, 2025)
- **Virtualización:** Tecnología que permite crear representaciones virtuales de recursos físicos como servidores, almacenamiento, redes o sistemas operativos, permitiendo ejecutar múltiples instancias lógicas sobre una única infraestructura física. (Portnoy, Virtualization essentials, 2016)
- **Webhook:** Mecanismo de callback HTTP que permite a una aplicación proporcionar datos en tiempo real a otras aplicaciones, activándose automáticamente cuando ocurre un evento específico y enviando datos mediante una solicitud POST. (Richardson, 2007)
- **WhatsApp Business API:** Interfaz de programación de aplicaciones oficial de WhatsApp que permite a empresas medianas y grandes integrar WhatsApp en sus sistemas para comunicación bidireccional automatizada y a escala con clientes. (Meta for Developers, 2025)
- **Workflow (Flujo de Trabajo):** Secuencia de pasos o tareas conectadas necesarias para completar un proceso de negocio, que puede ser automatizada mediante software para mejorar eficiencia y consistencia (Van der Aalst, Process mining: Data science in action, 2016)

En este segundo capítulo, se ha explorado investigaciones previas relacionadas con el uso de chatbots dentro de muchos sectores económicos; lo cuales nos ayudaron a abordar el tema de distintas perspectivas. Además, se ha establecido las bases teóricas fundamentales para después poder presentar nuestro modelo aplicativo junto con un marco conceptual necesario en la investigación.

CAPITULO III
INTERVENCIÓN METODOLÓGICA

En este tercer capítulo, se realizó la aplicación de manera práctica de los principios y conceptos explorados en el marco teórico. Se siguió el orden y la lógica que se estableció en el modelo aplicativo para el diseño e implementación del sistema automatizado.

Basándose en el modelo propuesto por Peffers et al. (2007) y adaptándolo al contexto específico de desarrollo de sistemas conversacionales empresariales, la presente investigación se estructura en seis fases secuenciales e iterativas:

1. **Fase 1 Investigación y Diagnostico:**

   La presente fase tiene como propósito entender bien el problema y elegir las tecnologías a utilizar antes de empezar a construir la solución. Se desarrolló en tres actividades principales: el análisis del estado del arte con enfoque comparativo y de brechas, el diagnóstico de la situación actual de la empresa, y la elicitación de requerimientos del sistema.

   ### 1.1. Análisis del estado del arte

   #### 1.1.1. Tecnologías de Chatbots conversacionales

   Los chatbots han experimentado una evolución significativa desde sus primeras implementaciones. Según Adamopoulou y Moussiades (2020), los chatbots pueden clasificarse en tres generaciones principales:

   - Primera generación: Chatbots basados en reglas que utilizan patrones de coincidencia simple (pattern matching) para reconocer palabras clave y proporcionar respuestas predefinidas. Estos sistemas, aunque funcionales para casos de uso muy limitados, carecen de flexibilidad y requieren programación exhaustiva de todas las posibles interacciones. Ejemplos históricos incluyen ELIZA (1966) y PARRY (1972).
   - Segunda generación: Chatbots con procesamiento de lenguaje natural (NLP) tradicional que emplean técnicas de machine learning para comprender intenciones de usuario y extraer entidades relevante.

Plataformas como Dialogflow de Google, Watson Assistant de IBM y Rasa Framework permiten crear chatbots de esta generación mediante entrenamiento con datos anotados. El inconveniente es que necesitan mucho trabajo previo: hay que entrenarlos con cientos de ejemplos anotados, y aun así tienen dificultades cuando el cliente mezcla temas o usa expresiones coloquiales. En el español peruano, con sus regionalismos, esto se convierte en un problema real.

- Tercera generación: Chatbots potenciados por modelos de lenguaje de gran escala (Large Language Models - LLMs) que demuestran capacidades de razonamiento, generación contextual avanzada y comprensión profunda del lenguaje natural. No necesitan entrenamiento previo ni ejemplos anotados. Entienden el contexto de la conversación, recuerdan lo que el cliente dijo antes y pueden responder de forma natural incluso ante preguntas que nunca fueron previstas. Para el caso de ARCOCASAS, esto significa que el bot puede manejar una conversación real, no solo responder preguntas predefinidas.

Dentro de esta generación, se evaluaron varias opciones: GPT-3.5, GPT-4, LLaMA-2 y Mistral. Finalmente se optó por GPT-4 por tres motivos concretos.

- Maneja el español coloquial mejor que los modelos de código abierto, lo cual importa cuando los clientes escriben con errores ortográficos o mezclan términos de la región.
- Su implementación de function calling permite invocar herramientas externas como la consulta de información de proyectos de manera estructurada y confiable
- Sus respuestas son más consistentes cuando se le dan instrucciones específicas sobre cómo debe comportarse, algo fundamental para que el bot siga el protocolo de atención diseñado.

Si bien los modelos de código abierto representan una alternativa más económica, su desempeño en español coloquial y su mayor propensión a generar respuestas inconsistentes los descartaron para este caso de uso.

1.1.2. Arquitecturas de agentes LLM

Las arquitecturas para la implementación de agentes basados en LLMs han evolucionado hacia patrones que combinan razonamiento, planificación y ejecución de acciones. En este caso se compararon tres opciones:

- Enfoque Chain-of-Thought, donde el modelo razona paso a paso antes de responder. Funciona bien para resolver problemas complejos, pero no puede hacer nada más allá de pensar y escribir. No puede consultar una

base de datos, no puede registrar un lead en una hoja de cálculo. Para este sistema eso es una limitación grave.

- Agentes autónomos del estilo AutoGPT, que pueden planificar y ejecutar múltiples acciones de forma encadenada. El problema es que toman demasiado tiempo: pueden demorar entre 20 y 60 segundos en completar una respuesta, lo cual es inaceptable para una conversación por WhatsApp donde el cliente espera respuesta en pocos segundos.
- Patrón ReAct (Yao et al., 2023), que combina razonamiento y acción en ciclos cortos. El bot piensa brevemente qué necesita, ejecuta la acción correspondiente (por ejemplo, consultar información de un proyecto), y responde. Todo esto en un tiempo total de 3 a 5 segundos. Es el equilibrio entre capacidad y velocidad que este sistema requería.

Otro aspecto relevante fue la gestión de la memoria conversacional. Sin memoria de largo plazo, el bot trata cada mensaje como si fuera el primero, obligando al cliente a repetir su nombre y qué proyecto le interesa cada vez que escribe. Esto genera una experiencia frustrante. Para resolverlo se integró Postgres Chat Memory de LangChain, que guarda el historial completo de cada conversación en PostgreSQL y lo recupera automáticamente en cada interacción.

1.1.3. APIs de Mensajería y Plataformas de Comunicación

Al evaluar por qué canal debería funcionar el sistema, se analizaron tres alternativas: Telegram, Facebook Messenger y WhatsApp.

- **Telegram** tiene ventajas técnicas claras: su API es gratuita, bien documentada y sin restricciones de volumen. Si el proyecto fuera para un público técnico o joven con alta adopción de Telegram, sería una opción válida. Pero los datos del mercado peruano son contundentes: el 63% de los usuarios peruanos prefieren contactar empresas por WhatsApp (Neo Consulting, citado por Perú21, 2023). Implementar el sistema en Telegram significaría dirigirlo al canal equivocado.
- **Facebook Messenger** parecía una opción interesante porque ARCOCASAS cuenta con campañas activas en Facebook. Sin embargo, el comportamiento del mercado latinoamericano muestra que los usuarios, especialmente en los segmentos B, C y D que son el público objetivo de la empresa, han migrado sus consultas hacia WhatsApp. Datos de 2025 confirman que el 77% de clientes que

contactan empresas por redes sociales usan WhatsApp como canal principal (GRM Global Research Marketing, citado por Gestión, 2025).

- **WhatsApp Business API** fue la elección por una razón simple: es donde están los clientes. Además, las campañas de Facebook Ads de ARCOCASAS utilizan botones de contacto directo por WhatsApp, con lo cual el flujo desde el anuncio hasta la conversación con el bot queda conectado de forma natural. El costo por mensaje que cobra Meta se convierte en un gasto justificado cuando se compara con el costo de tener a una persona respondiendo manualmente.

La arquitectura de WhatsApp Business API opera mediante webhooks que envían eventos en tiempo real a servidores de la empresa cuando ocurren interacciones (mensaje recibido, mensaje entregado, mensaje leído, etc.). Esto permite implementar flujos conversacionales reactivos y sistemas de automatización sofisticados.

1.1.4. Plataformas de Automatización

El sistema necesita coordinar múltiples servicios: recibir mensajes de WhatsApp, procesarlos con GPT-4, consultar y guardar información en bases de datos, y registrar leads en Google Sheets. Hacer todo eso requiere una plataforma de orquestación. Se evaluaron tres caminos.

Las plataformas comerciales como Zapier o Make.com son fáciles de usar, pero cobran por cada operación ejecutada. Con el volumen de mensajes proyectado para el sistema, el costo mensual superaría los $200 USD, lo que hace inviable su uso a largo plazo. Adicionalmente, los datos de los clientes pasarían por servidores de terceros, algo que complica el cumplimiento de la Ley de Protección de Datos Personales.

El desarrollo a medida en Python o Node.js daría control total, pero implicaría varias semanas adicionales solo para construir la capa de integración. Más importante aún, cualquier ajuste futuro requeriría un desarrollador, algo que el área de sistemas de ARCOCASAS, no puede sostener de forma independiente.

N8N resultó ser la opción adecuada por razones prácticas. Al instalarse directamente en el servidor de DigitalOcean, no hay costo por volumen de ejecuciones. Su interfaz visual permite que alguien con conocimientos técnicos básicos entienda, mantenga y modifique los flujos sin necesidad de programar desde cero. Cuenta con conectores nativos para todos los servicios que usa el sistema (WhatsApp, OpenAI, PostgreSQL, Redis, Google Sheets), y cuando se

necesita lógica específica, permite escribir código JavaScript dentro del mismo flujo.

1.1.5. Sistemas de bases de datos

El sistema usa dos bases de datos con propósitos distintos, y esa combinación no es arbitraria.

Usar solo PostgreSQL para todo sería posible, pero generaría un problema de velocidad en la consolidación de mensajes. Cuando un usuario envía varios mensajes cortos seguidos(algo muy común en WhatsApp) el sistema necesita almacenarlos temporalmente durante unos segundos antes de procesarlos juntos. Hacer eso en una base de datos en disco con escrituras y lecturas tan frecuentes añade una latencia innecesaria al proceso.

Usar solo Redis tampoco funcionaría, porque Redis opera en memoria y su capacidad es limitada. No está pensado para almacenar historiales conversacionales de meses que el LLM necesita consultar para mantener coherencia entre sesiones.

Es por eso que lo más óptimo para este proyecto es combinar las dos opciones, Redis maneja el almacenamiento temporal de fragmentos de mensajes con un tiempo de vida de 3 segundos, y una vez consolidados se eliminan. PostgreSQL, gestionado a través de Supabase, guarda el historial permanente de cada conversación y es consultado cada vez que el bot necesita recordar qué dijo el cliente la última vez.

La decisión de usar Supabase en lugar de instalar PostgreSQL directamente en el servidor responde a un criterio práctico: los respaldos automáticos, las actualizaciones de seguridad y el monitoreo lo gestiona el proveedor, no el equipo interno. Lo mismo aplica para Redis Cloud, que dentro del plan gratuito cubre perfectamente los 30 MB de almacenamiento temporal que usa el sistema. Para una empresa con un área de sistemas pequeña, delegar el mantenimiento de las bases de datos a servicios gestionados es una buena elección.

1.1.6. Implementaciones en el Sector inmobiliario

Revisar cómo otras empresas inmobiliarias han implementado sistemas similares permitió tomar decisiones de diseño más informadas.

Uno de los casos ejemplares fue el de un equipo de RE/MAX en Carolina del Norte, documentado por Sparrowlane (2024), que triplicó su tasa de conversión de citas simplemente garantizando que los prospectos recibieran respuesta inmediata. El factor determinante no fue la sofisticación del sistema, sino la velocidad. Esto

reforzó la decisión de priorizar la latencia de respuesta por encima de otras funcionalidades más elaboradas.

Sterling Estates, por su parte, redujo el tiempo de primera respuesta de varias horas a pocos minutos y vio aumentar en 45% la conversión de consultas a visitas. El patrón es el mismo: los clientes inmobiliarios no esperan. Si no reciben respuesta rápido, contactan a la competencia.

CitrusBug (2025) también nos brinda información importante: los chatbots logran mayor impacto cuando se enfocan en responder bien las consultas frecuentes y cualificar al prospecto antes de pasarlo al equipo humano, no cuando intentan reemplazar completamente la interacción humana. Esto orientó el diseño del flujo conversacional hacia cinco etapas que terminan con un lead cualificado y asignado a un vendedor, en lugar de intentar cerrar la venta desde el bot.

También se aprendió de los errores. Los mismos estudios señalan que bots con información desactualizada o que inventan datos sobre precios y disponibilidad generan desconfianza y dañan la imagen de la empresa. Para evitar esto, se decidió que la información de proyectos viviera en Google Sheets, una herramienta que el equipo de marketing ya maneja, de modo que cualquier actualización de precios o disponibilidad se refleje en el bot sin necesidad de intervención técnica.

1.1.7. Brechas identificadas

A partir de la revisión exhaustiva del estado del arte, se identifican las siguientes brechas que la presente investigación busca abordar:

- **Brecha geográfica:** La mayoría de estudios académicos y casos documentados sobre implementación de chatbots con LLMs en el sector inmobiliario se concentran en mercados desarrollados (Estados Unidos, Europa, Asia). Existe escasa literatura sobre aplicaciones en el contexto latinoamericano y específicamente peruano, donde las dinámicas de mercado, comportamientos de consumidor y madurez digital presentan características particulares.
- **Brecha metodológica:** Aunque existe abundante literatura sobre capacidades técnicas de LLMs y arquitecturas de chatbots, se identifica limitada documentación de metodologías completas de implementación que cubran desde diagnóstico hasta evaluación de impacto, especialmente adaptadas a empresas medianas con recursos tecnológicos limitados.
- **Brecha de evaluación empírica:** La mayoría de publicaciones sobre chatbots en el sector inmobiliario son de naturaleza descriptiva o promocional, presentan casos de éxito sin datos estadísticos que los respalden. Esta investigación busca llenar ese vacío con mediciones concretas antes y después de la implementación.

- **Brecha de integración tecnológica:** Aunque existen implementaciones de chatbots en plataformas comerciales cerradas (Dialogflow, Watson), se identifica ausencia de modelos arquitectónicos documentados que integren WhatsApp Business API, LLMs de código abierto o APIs comerciales, bases de datos relacionales y herramientas de automatización autoalojables en un sistema cohesivo y replicable.
- **Brecha de contexto organizacional:** Los estudios existentes típicamente se enfocan en grandes corporaciones inmobiliarias con departamentos de TI establecidos. Existe limitada investigación sobre implementación de tecnologías de chatbots avanzados en constructoras pequeñas y medianas, que representan la mayoría del mercado inmobiliario en regiones como Junín.

1.2. Diagnóstico de la Situación actual

1.2.1. Caracterización de la organización:

La presente investigación se desarrolló en colaboración con ARCOCASAS E.I.R.L., constructora inmobiliaria con sede en el distrito de Concepción, región Junín, con más de diez años de trayectoria en el sector de arrendamiento y comercialización de bienes inmuebles. La empresa se orienta al desarrollo, construcción y venta de proyectos inmobiliarios dirigidos principalmente a los segmentos socioeconómicos B, C y D de la región central del Perú.

Portafolio de proyectos actuales:

Al momento del desarrollo de la investigación, ARCOCASAS E.I.R.L. gestionaba cuatro proyectos inmobiliarios en etapa de comercialización activa, distribuidos entre lotizaciones urbanas y espacios comerciales.

Dentro de los proyecto de lotización, se encuentran:

- San Roque: Proyecto ubicado en las inmediaciones del Hospital IREN Concepción, compuesto por 32 lotes disponibles orientados a familias que buscan adquirir terrenos propios para construcción de vivienda o como alternativa de inversión con proyección de valorización.
- Centenario: Proyecto con 30 lotes disponibles ubicado al lado de la carretera central, a pocos minutos del centro de Concepción. Su ubicación próxima a comercios, colegios y servicios lo posiciona como una opción con alta proyección dentro del mercado local.
- La Arboleda: Proyecto de lotización con 46 lotes disponibles, ubicados en Huaychulo, un lugar rodeado de naturaleza y calma. Terrenos listos para construir , totalmente saneados con agua, desagüe y veredas, ideal para vivienda familiar o casa de campo.

En cuanto al segmento comercial, la empresa desarrolla el proyecto Mercado Plaza Andina, el de mayor envergadura en su cartera actual, con 103 puestos comerciales y 10 tiendas distribuidas en una infraestructura techada con pasillos amplios, servicios básicos completos y financiamiento flexible. Este proyecto está dirigido a comerciantes y emprendedores que buscan formalizar sus actividades comerciales en la región.

El portafolio actual suma un total de 108 lotes en tres proyectos de lotización y 113 espacios comerciales(puestos y tiendas), representando una oferta diversificada que atiende tanto a familias que buscan terrenos residenciales como a emprendedores del sector comercial. Cabe señalar que previamente la empresa desarrollo proyectos de departamentos y casas, ampliando su experiencia en el sector inmobiliario regional.

Estructura Organizacional

ARCOCASAS E.I.R.L. cuenta con una estructura organizacional de 46 personas distribuidas en ocho áreas funcionales, tal como se muestra en la Tabla 2. Para efectos de esta investigación, las áreas directamente involucradas en la implementación y operación del sistema automatizado son el Área de Marketing, el Área de Ventas y el Área de Sistemas, que en conjunto suman siete personas.

Tabla 2.

Estructura Organizacional de la constructora ARCOCASAS

Área	N° de personas	Funciones principales
Gerencia General	2	Dirección estratégica, toma de decisiones, representación legal
Área legal	2	Gestión contractual, titulación, asesoría jurídica
Área de Marketing	3	Campañas digitales, gestión de redes sociales, captación de leads
Área de Ventas	3	Difusión de información de proyectos inmobiliarios, seguimiento de leads, cierre de ventas y gestión postventa
Área de Sistemas	1	Soporte tecnológico, infraestructura digital, implementación de soluciones TI
Área Contable	2	Finanzas, contabilidad, declaraciones tributarias

Área técnica	3	Diseño, ingeniería, supervisión técnica
Personal de Obras	30	Construcción, supervisión de obras y ejecución de proyectos.
TOTAL	46	

Nota: La tabla muestra la cantidad de personas que conforman cada área de la empresa y sus principales funciones.

La estructura organizacional refleja una empresa de tamaño mediano con capacidad técnica y operativa sólida para el desarrollo de proyectos inmobiliarios en la región.

Modelo de Negocio y Captación de Clientes

El modelo de negocio de ARCOCASAS E.I.R.L. se basa en la comercialización directa de sus proyectos inmobiliarios a través de canales digitales, siendo Facebook e Instagram las plataformas principales de captación de clientes potenciales. La empresa ha adoptado un enfoque de marketing digital centrado en publicidad pagada (Facebook Ads) que opera bajo dos modalidades principales:

Campañas con llamada a la acción hacia WhatsApp: Anuncios en Facebook e Instagram que incluyen botón directo de contacto por WhatsApp, permitiendo al prospecto iniciar inmediatamente una conversación con la empresa. Esta modalidad genera leads de contacto directo que ingresan al sistema de atención al cliente.

Campañas con formularios de Meta (Lead Ads): Anuncios que despliegan formularios de captación directamente dentro de la plataforma de Meta, donde el prospecto proporciona datos básicos (nombre, teléfono, email) sin salir de Facebook o Instagram. Los datos recolectados mediante esta modalidad se sincronizan automáticamente con hojas de cálculo de Google Sheets, desde donde el equipo de marketing asigna leads al equipo de ventas para seguimiento.

Es importante señalar que ARCOCASAS E.I.R.L. no cuenta actualmente con una landing page propia, por lo que la captación digital se realiza exclusivamente a través de perfiles y páginas en redes sociales (Facebook e Instagram) y los formularios de Meta Ads. Esta característica representa una oportunidad de mejora futura en la estrategia digital de la empresa, pero también implica que el canal de WhatsApp tiene un rol aún más crítico como punto de primer contacto entre prospectos y la empresa.

Gestión actual de Leads:

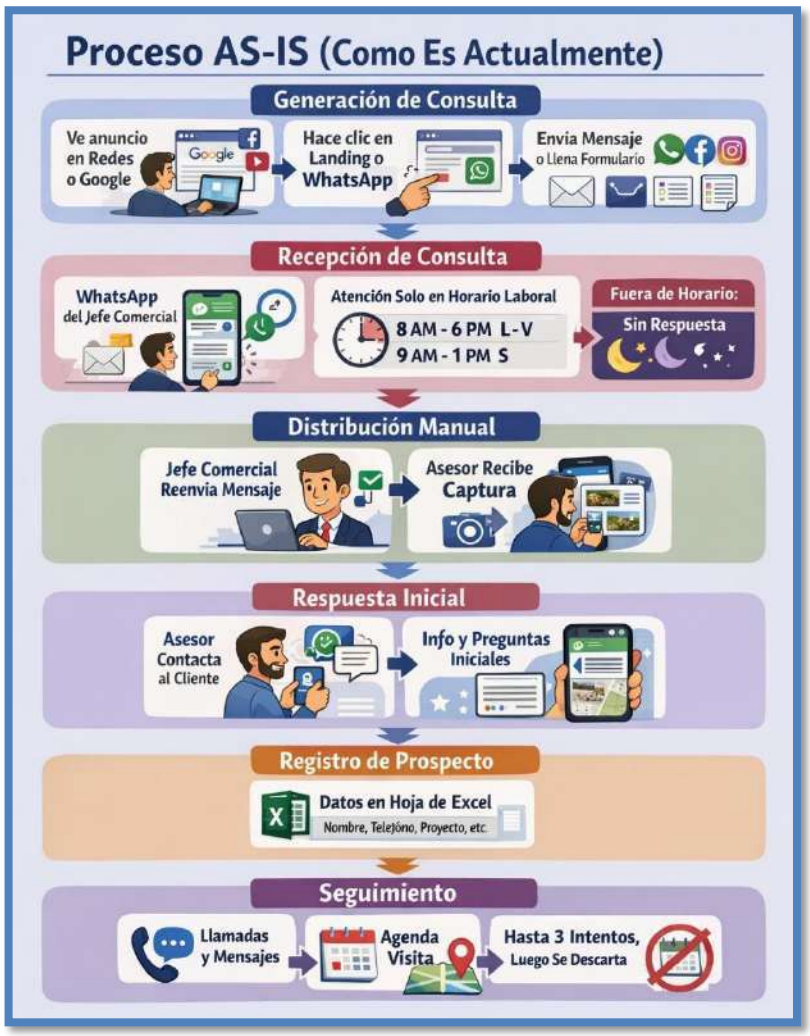
El flujo actual de gestión de leads opera de la siguiente manera:

- Los leads generados por campañas de formularios Meta se capturan automáticamente en Google Sheets mediante integración nativa de Meta con Google Sheets
- El Área de Marketing revisa periódicamente los leads entrantes y los asigna manualmente a asesores de ventas disponibles
- Los leads generados por campañas de WhatsApp son atendidos directamente por el equipo comercial desde la cuenta de WhatsApp Business corporativa
- No existe actualmente un sistema CRM dedicado; toda la gestión se realiza mediante Google Sheets compartidas.

1.2.2. Análisis de Procesos Actuales de Atención al cliente:

Mediante observación directa durante dos semanas y conversaciones semi-estructuradas con el responsable del Área de Marketing y el personal comercial de ARCOCASAS E.I.R.L., se documentó el proceso actual de atención a clientes potenciales, identificándose el siguiente flujo operacional:

Figura 9.
PROCESO AS-IS(Situación actual)



Nota: El grafico muestra el proceso ASIS de la atención del cliente en la empresa, la imagen fue desarrollada con Gemini AI

Problemáticas identificadas:

A partir del análisis del proceso AS-IS, se identificaron las siguientes problemáticas críticas en el modelo actual de atención al cliente de ARCOCASAS:

i. **Tiempo de respuesta prolongado e inconsistente:** La atención manual implica que las respuestas dependan de la disponibilidad del personal en el momento exacto de la consulta. Consultas fuera del horario laboral (8am-5pm Lunes-Viernes y 9am-1pm Sábado) permanecen sin atender hasta el siguiente día hábil, representando aproximadamente el 45% del total de consultas recibidas.

ii. **Ausencia de atención 24/7:** Al ser completamente dependiente de personal humano, el sistema actual no ofrece ninguna capacidad de respuesta fuera del horario laboral, situación crítica considerando que el 39% de usuarios peruanos señalan la atención continua como principal motivación para usar chatbots (Neo Consulting, citado por Perú21, 2023).

iii. **Proceso dual con riesgo de pérdida de leads:** La coexistencia de dos canales de captación (WhatsApp directo y formularios Meta) que van a Google Sheets, genera situaciones en las que los prospectos quedan sin seguimiento oportuno, especialmente cuando la asignación desde la hoja de cálculo se demora o cuando hay saturación en la bandeja de WhatsApp.

iv. **Registro manual propenso a errores:** La captura de datos de prospectos provenientes de WhatsApp se realiza manualmente en Google Sheets, siendo susceptible a errores de transcripción, registros duplicados y datos incompletos.

v. **Información inconsistente entre asesores:** Sin una fuente centralizada de información actualizada, distintos miembros del equipo pueden proporcionar datos diferentes sobre precios, disponibilidad de lotes, características de los proyectos o condiciones de pago, afectando la credibilidad de la empresa ante el prospecto.

vi. **Limitada trazabilidad analítica:** Sin un sistema que registre automáticamente interacciones, es difícil calcular métricas precisas de desempeño como tiempo promedio de respuesta, tasa de conversión por campaña o rendimiento individual por asesor.

vii. **Dependencia del canal de WhatsApp sin automatización:** Dado que no existe landing page propia y el flujo principal de contacto es WhatsApp, la ausencia de automatización en este canal tiene un impacto directo y significativo en la capacidad operativa del equipo de marketing.

Según Dhaliwal (2020), "las empresas que responden consultas de clientes dentro de los primeros 5 minutos tienen 100 veces más probabilidades de conectar exitosamente con el prospecto comparado con empresas que responden después de 5 minutos" (p. 3). Esta problemática justifica plenamente la implementación de un sistema de atención automatizada que garantice respuesta inmediata en WhatsApp, independientemente del horario.

1.2.3. Recolección de Datos de línea base(Baseline)

Para establecer métricas comparativas que permitan evaluar el impacto del sistema automatizado, se recolectaron datos cuantitativos del período comprendido entre el 1 de octubre de 2025 y el 30 de noviembre de 2025 (2 meses), correspondientes a las interacciones gestionadas mediante el proceso manual actual.

Metodología de Recolección:

Los datos de línea base se obtuvieron mediante las siguientes fuentes:

Análisis de registros históricos en Google Sheets: Revisión de hojas de registro de leads tanto de formularios Meta como de WhatsApp, identificando datos de prospectos registrados, fechas de contacto, proyectos de interés y estados de seguimiento.

Extracción de metadatos de Meta Ads Manager: Análisis de reportes de campañas publicitarias en Facebook e Instagram, obteniendo métricas de inversión, alcance, clics, leads generados por formulario y costos por resultado.

Medición directa mediante observación: Monitoreo de tiempos de respuesta durante 15 días laborales mediante registro de timestamps de conversaciones de WhatsApp Business.

Entrevistas con el Área de Marketing: Estimaciones de volumen y validación de datos recolectados con el equipo responsable de la gestión de leads.

Tabla 3.

Indicadores estimados a partir de la data recolectada

Indicador	Valor	Método de Medición
VOLUMEN OPERACIONAL		
Consultas mensuales promedio(WhatsApp)	100	Revisión WhatsApp Business + estimación
Leads capturados por formulario Meta/mes	78	Meta Ads Manager
Total leads mensuales promedio	178	Suma de canales

Tasa de captura efectiva de leads	60%	Leads registrados/consultas totales
Visitas programadas/mes	12	Registro de Google Sheets
TIEMPOS DE RESPUESTA		
Tiempo promedio de primera respuesta	480 min	Análisis timestamps WhatsApp
Tiempo medio de primera respuesta	250 min	Análisis timestamps WhatsApp
% de consultas respondidas en <5 min	12%	Análisis timestamps WhatsApp
% de consultas respondidas en <1 hora	41%	Análisis timestamps WhatsApp
% de consultas respondidas en >4 horas	38%	Análisis timestamps WhatsApp
DISPONIBILIDAD		
Cobertura horaria 24/7	0%	Observación directa
% consultas fuera de horario laboral	38%	Análisis timestamps WhatsApp
CONVERSIÓN		
Tasa conversión lead->visita	15%	Visitas/Leads registrados
Tasa conversión visita->venta	10%	Ventas/Visitas registradas
Tasa conversión Lead->venta	2%	Ventas/Leads registrados
CAMPAÑAS PUBLICITARIAS		
Inversión mensual Meta Ads promedio	S/. 2 000	Meta Ads Manager
Costo por lead formulario(CPL)	S/. 7.00	Inversión/Leads formulario
CTR promedio de anuncios	2.8%	Meta Ads Manager
ROAS estimado	2.1x	Ingreso atribuidos/Inversión

Nota: La tabla proporciona estimaciones de los indicadores principales antes de la implementación(ASIS)

Análisis e Interpretación de Datos de Línea Base:

Los datos recolectados revelan un sistema de atención al cliente con las siguientes características:

Eficiencia operacional limitada: Con un tiempo promedio de primera respuesta de 480 minutos, la constructora opera significativamente por debajo de benchmarks de la industria. Según investigaciones de Harvard Business Review citadas por Dhaliwal (2020), responder en menos de 5 minutos incrementa probabilidades de conversión hasta 100 veces. Solo el 12% de consultas de la constructora reciben respuesta en este intervalo óptimo.

Pérdida de oportunidades fuera de horario laboral: El 38% de consultas llega fuera del horario de atención (noches y fines de semana), permaneciendo sin respuesta hasta el siguiente día hábil. Esto representa aproximadamente 38 consultas mensuales que experimentan demoras de 12+ horas en primera respuesta, con alta probabilidad de que el prospecto haya contactado competidores.

Tasa de captura de leads subóptima: Solo el 60% de consultas se convierten en leads registrados. Esto indica pérdida del 40% de oportunidades potenciales debido a falta de seguimiento sistemático, olvidos en el registro manual o consultas que no progresan por falta de respuesta oportuna.

Métricas de conversión baseline: La tasa de conversión final de lead a venta del 2.0% proporciona un baseline contra el cual evaluar el impacto del sistema automatizado. Incrementos marginales en esta métrica tienen impacto financiero significativo dado el valor promedio de venta de una unidad inmobiliaria (S/ 67,000 - S/ 250,000).

Estos datos cuantitativos validan la problemática identificada y establecen métricas específicas que permitirán evaluación rigurosa del impacto del sistema automatizado en esta investigación.

1.3. Análisis de Requerimientos del sistema

Siguiendo la metodología de ingeniería de requisitos propuesta por Sommerville(2016) se identificaron y documentaron los requerimientos del sistema mediante técnicas de elicitación que incluyeron:

- Entrevistas individuales con stakeholders (gerencia general, jefe comercial, asesores de ventas)
- Taller colaborativo de especificación de requerimientos realizado con participación de todo el equipo comercial.
- Análisis de procesos de negocio
- Revisión de casos de uso similares documentados en literatura

1.3.1. Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales especifican las funciones que el sistema debe ejecutar, describiendo qué debe hacer el sistema en términos de comportamiento observable. Según Pressman y Maxim (2021), "los requerimientos funcionales describen las transformaciones que el sistema debe realizar sobre las entradas para producir salidas" (p. 198).

Tabla 4.

Requerimientos Funcionales

ID	*Requerimiento*	*Descripción Detallada*	*Prioridad*
RF-01	Recepción de mensajes WhatsApp	El sistema debe recibir mensajes enviados por usuarios vía WhatsApp Business API en tiempo real, capturando contenido del mensaje, metadatos del remitente y timestamp	*Alta*
RF-02	Procesamiento de lenguaje natural	El sistema debe procesar consultas en lenguaje natural coloquial utilizando modelo de lenguaje avanzado (LLM), identificando intención del usuario, extrayendo entidades relevantes (proyecto de interés, presupuesto, ubicación) y comprendiendo contexto conversacional	*Alta*
RF-03	Consulta de información de proyectos	El sistema debe consultar *la* base de datos para obtener información actualizada de proyectos inmobiliarios (ubicación, características, precios, disponibilidad, planos, *etc.*) en respuesta a consultas de usuarios	*Alta*
RF-04	Generación de respuestas contextuales	El sistema debe generar respuestas en lenguaje natural personalizado basadas en información de base de datos, contexto de conversación y perfil del prospecto, manteniendo tono amable y profesional consistente con identidad de marca de la constructora	*Alta*
RF-05	Envío de respuestas WhatsApp	El sistema debe enviar respuestas generadas al usuario vía WhatsApp Business API, soportando mensajes de texto, imágenes (renders de proyectos), ubicaciones GPS y botones interactivos	*Alta*
RF-06	Captura de datos del prospecto	El sistema debe capturar y estructurar información del cliente potencial mediante conversación natural (nombre, teléfono,	*Alta*

		proyecto de interés, presupuesto aproximado, zona de preferencia)	
RF-07	Almacenamiento en base de datos	El sistema debe almacenar persistentemente en base de datos relacional: datos de prospectos, historial completo de conversaciones, metadatos de interacciones (timestamp, canal, origen).	*Alta*
RF-08	Clasificación automática de consultas	El sistema debe clasificar automáticamente tipo de consulta (información general, proyecto específico, cotización, visita, postventa, quejas) y nivel de urgencia (baja, media, alta) para priorización	*Media*
RF-09	Integración con Google Sheets	El sistema debe sincronizar datos de proyectos (*información*, promociones, disponibilidad) desde Google Sheets editado por personal administrativo, permitiendo actualización de información sin intervención técnica	Media
RF-10	Escalamiento a agente humano	El sistema debe detectar situaciones que requieren intervención humana (consultas muy complejas, quejas, clientes VIP) y transferir conversación a asesor de ventas con contexto completo de interacción previa	*Alta*
RF-11	Respuestas a preguntas frecuentes	El sistema debe mantener base de conocimiento de preguntas frecuentes y respuestas pre-aprobadas, consultándola para responder eficientemente consultas comunes sobre: proceso de compra, opciones de financiamiento, requisitos legales, plazos de entrega	*Media*
RF-12	Notificaciones a equipo de ventas	El sistema debe enviar notificaciones en tiempo real al equipo de ventas cuando: (1) se captura un lead cualificado de alta prioridad, (2) se agenda una visita, (3) se requiere escalamiento a humano	*Media*
RF-13	Gestión de contexto conversacional	El sistema debe mantener contexto de conversación durante toda la interacción, recordando información previamente proporcionada por el usuario para evitar solicitar datos redundantemente	*Alta*

RF-14	Seguimiento automatizado	El sistema debe enviar mensajes automáticos de seguimiento a prospectos que no han respondido después de tiempo configurable (ejemplo: mensaje de seguimiento a las *12* horas si no hay respuesta a *mensaje* enviado)	*Baja*

Nota: La tabla muestra los requerimientos, su descripción y su importancia

1.3.2. Requerimientos No Funcionales

Los requerimientos no funcionales especifican criterios de calidad, restricciones y atributos del sistema que no están directamente relacionados con funciones específicas.

Según Sommerville (2016), "los requerimientos no funcionales definen propiedades y restricciones del sistema como confiabilidad, tiempo de respuesta y capacidad de almacenamiento" (p. 118).

Tabla 5.

Requerimientos No Funcionales

ID	*Categoría*	*Requerimiento*	*Especificación medible*
RNF-01	Rendimiento	Tiempo de respuesta	El sistema debe generar y enviar respuesta a consulta de usuario en menos de 3 segundos en el 95% de casos (percentil 95), medido desde recepción de mensaje hasta envío de respuesta
RNF-02	Rendimiento	Throughput	El sistema debe ser capaz de procesar al menos 50 conversaciones simultáneas sin degradación de rendimiento
RNF-03	Disponibilidad	Uptime del sistema	El sistema debe mantener disponibilidad mínima del 99.5% mensual (máximo 3.6 horas de downtime no planificado por mes)
RNF-04	Disponibilidad	Cobertura temporal	El sistema debe operar 24 horas al día, 7 días a la semana, 365 días al año, proporcionando atención continua sin interrupciones por horarios laborales
RNF-05	Escalabilidad	Crecimiento de volumen	El sistema debe escalar para manejar incrementos de 3x en volumen de consultas (de 100 a 300 mensuales) sin requerir rediseño arquitectónico

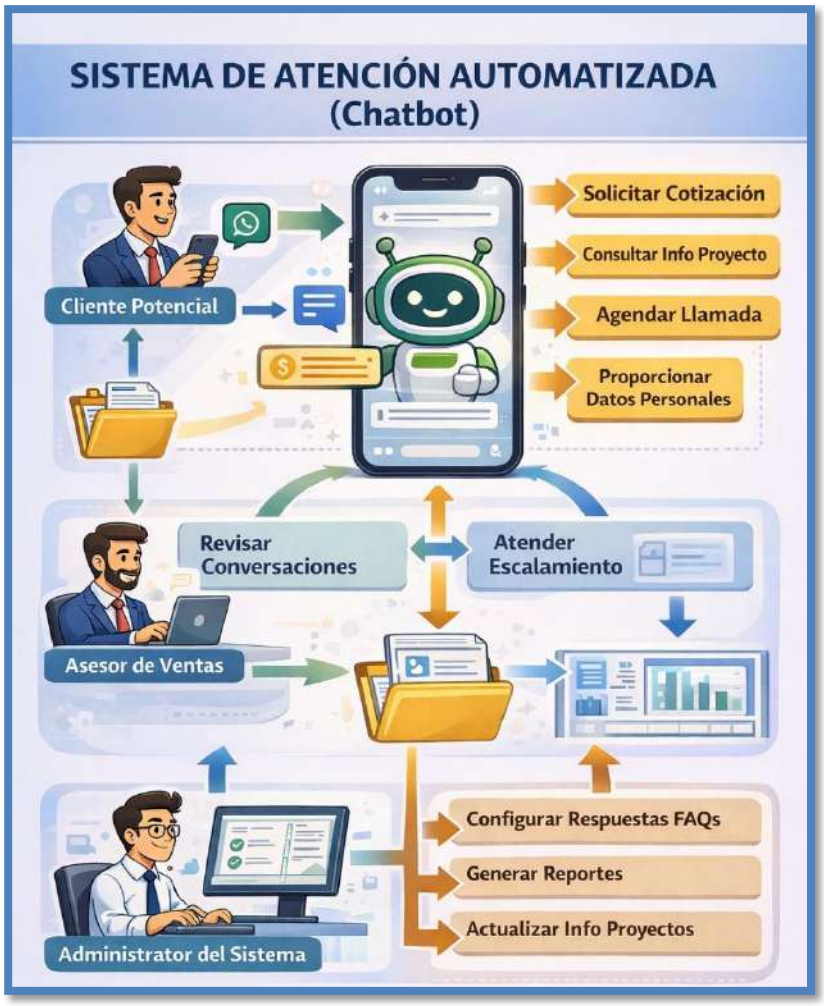
RNF-06	Seguridad	Cifrado de datos	Toda comunicación entre componentes del sistema debe utilizar cifrado TLS 1.3. Datos sensibles en base de datos (información personal de clientes) deben almacenarse cifrados
RNF-07	Seguridad	Autenticación	Acceso al panel de administración debe requerir autenticación de dos factores (2FA). APIs deben utilizar tokens de autenticación con expiración
RNF-08	Seguridad	Cumplimiento legal	El sistema debe cumplir con Ley de Protección de Datos Personales (Ley N° 29733) del Perú, incluyendo obtención de consentimiento para procesamiento de datos personales
RNF-09	Usabilidad	Calidad conversacional	Respuestas del bot deben ser evaluadas como "naturales y humanizadas" por al menos 75% de usuarios en pruebas de usabilidad (System Usability Scale > 75)
RNF-10	Confiabilidad	Tasa de error	Tasa de error en generación de respuestas debe ser < 2% (respuestas incorrectas, no relacionadas o no generadas)
RNF-11	Confiabilidad	Backup y recuperación	Base de datos debe respaldarse automáticamente cada 24 horas. Recovery Point Objective (RPO) máximo de 24 horas. Recovery Time Objective (RTO) máximo de 4 horas
RNF-12	Portabilidad	Independencia de plataforma	Sistema debe ser accesible desde cualquier dispositivo con navegador web moderno (Chrome, Firefox, Safari, Edge versiones actuales)
RNF-13	Compatibilidad	Integración con WhatsApp	Sistema debe mantener compatibilidad con WhatsApp Business Cloud API según especificaciones oficiales de Meta
RNF-14	Eficiencia	Optimización de costos	Costo operacional mensual del sistema (infraestructura + APIs) no debe exceder S/ 500 en condiciones normales de operación (100-120 consultas/mes)

Nota: La tabla muestra la categoría de requerimientos, sus requerimientos y sus especificaciones medibles.

1.3.3. Casos de uso principales

Los casos de uso describen interacciones entre actores (usuarios del sistema) y el sistema para lograr objetivos específicos. Según Pressman y Maxim (2021), "los casos de uso proporcionan una descripción de cómo el sistema será usado y son fundamentales para el diseño de pruebas" (p. 212).

Figura 10.
Diagrama de casos de Uso



Nota: El grafico muestra los diagramas de caso de uso y los principales actores. La imagen fue generada usando Gemini AI

Caso de Uso Detallado 1: Consultar Información sobre Proyecto Inmobiliario

- ID: CU-01
- Nombre: Consultar información sobre proyecto inmobiliario
- Actor principal: Cliente potencial
- Precondiciones:

- Usuario tiene WhatsApp instalado en su dispositivo
- Usuario responde a una de las campañas por redes sociales de la empresa
- Sistema está operativo y conectado a WhatsApp Business API

- Flujo Principal:
  1. Usuario envía mensaje de saludo y consulta sobre proyecto específico vía WhatsApp

     Ejemplo: "Hola, buenos días. Quisiera información sobre el proyecto Centenario"
  2. Sistema recibe mensaje a través de WhatsApp Business API webhook
  3. Sistema obtiene campos importantes a través del webhook de WhatsApp(numero, contenido del mensaje) y guarda solo estas variables.
  4. Sistema identifica si es un nuevo prospecto (número no registrado previamente e historial inexistente)
  5. Sistema procesa mensaje con modelo de lenguaje (LLM) para:
     - Detectar la intención del cliente
     - Verificar que el cliente es nuevo
  6. Sistema genera respuesta personalizada en lenguaje natural que incluye:
     - Saludo amigable
     - Pregunta amable pidiendo por los datos del cliente(Nombre y Lugar de Residencia)
  7. Sistema guarda toda la información obtenida hasta el momento del cliente dentro de la BDD.
  8. Sistema envía la respuesta al usuario vía WhatsApp Business API
  9. Cliente proporciona sus datos personales(nombre y lugar de residencia)
  10. Sistema procesa mensaje con modelo de lenguaje (LLM) para:
      - Verificar los datos otorgados por el cliente
      - Guardar y actualizar los datos en la BDD
  11. Consulta la herramienta asignada al Agente AI para obtener información del proyecto identificado
  12. Sistema genera respuesta personalizada en lenguaje natural que incluye:
      - Saludo amigable
      - Descripción general del proyecto
      - Imagen render del proyecto
      - Pregunta de seguimiento para identificar necesidades específicas
  13. Sistema envía respuesta al usuario vía WhatsApp Business API
  14. Sistema registra interacción completa en base de datos:
      - Registro detallado en tabla mensajes

- Timestamp, canal de origen, proyecto de interés

15. Usuario recibe respuesta (típicamente en < 3 segundos)
16. Usuario lee información proporcionada
17. [Continúa conversación con seguimiento según necesidad del usuario]

- Flujos Alternativos:
- FA-1: Cliente ha hablado con el bot anteriormente por lo que sus datos ya están dentro del sistema
  - Sistema registra nueva interacción del cliente, pero ya no pide datos
  - Sistema envía la información requerida por el usuario
- FA-2: Usuario no brinda su información(nombre y lugar de residencia)
  - Sistema identifica que no ha brindado su información
  - Sistema vuelve a mandar un mensaje pidiéndole cortésmente que nos brinde su información para poder seguir con el proceso
  - Sistema registra solo los datos obtenidos dentro de la base de datos.

Caso de Uso Detallado 2: Agendar Llamada

ID: CU-02

- Nombre: Agendar llamada con asesor
- Actor principal: Cliente potencial
- Precondiciones:
- Usuario ya ha interactuado previamente con el bot (existe en tabla prospectos)
- Usuario ha manifestado interés en visitar un proyecto específico
- Flujo Principal:
  1. Usuario expresa interés en el proyecto

     Ejemplo: "Me gustaría más información acerca de financiamiento o precios"
  2. Sistema verifica que el prospecto tiene datos mínimos requeridos:
     - Nombre completo
     - Lugar de residencia
     - Teléfono (ya capturado)
     - Proyecto de interés
  3. Si falta algún dato, sistema solicita completar información faltante
  4. Sistema presenta la opción de poder comunicarlo con un asesor y pide hora de preferencia de llamada para de esta forma aclarar dudas y proporcionar información acerca de financiamiento, visita y/o separación de lotes
  5. Sistema envía mensaje vía WhatsApp Business API
  6. Usuario confirma la hora en la que desea que se comuniquen con él.

7. Sistema recibe el mensaje y obtiene el campo “Hora de contacto”
8. Sistema actualiza el registro del cliente, añadiendo la hora de contacto
9. Si la hora de contacto es entre el momento y 30 minutos después de la interacción
    - Sistema modifica el registro dentro de la tabla
    - Sistema genera mensaje de confirmación con: Fecha y hora de la llamada
10. Sistema envía notificación automática a asesor de ventas asignado vía WhatsApp
    - Datos del prospecto
    - Fecha y hora de contacto
    - Contexto de interacciones previas (qué información se le proporcionó)

Postcondiciones:

- Llamada queda agendada en sistema
- Asesor de ventas notificado

- Flujos Alternativos:
    - FA-1: Cliente no responde a la pregunta de: “¿En qué momento desea ser contactado?
        - Sistema informa que cliente no responde
        - Sistema envía un mensaje después de dos horas, volviéndole a preguntar al cliente
    - FA-2: Usuario no desea más información y pide que no se contacten con él.
        - Sistema identifica sus credenciales
        - Sistema guarda los datos del cliente, pero el registro no es entregado al área de ventas.

Caso de Uso Detallado 3: Escalamiento a Agente Humano

- ID: CU-03
- Nombre: Escalamiento de conversación a agente humano
- Actor principal: Sistema (actor secundario: Asesor de ventas)
- Precondiciones:
    - Conversación en curso con cliente potencial
    - Se detecta condición que requiere intervención humana
- Triggers de escalamiento:
    - Usuario solicita explícitamente hablar con una persona
    - Usuario expresa insatisfacción o frustración

- Consulta sobre tema no cubierto en base de conocimiento
- Negociación de precios o condiciones especiales
- Escalamiento por múltiples intentos fallidos de comprensión
- Consulta sobre casos excepcionales o situaciones no estándar

- Flujo Principal:
  1. Sistema detecta condición de escalamiento
     Ejemplo: Usuario escribe "Quiero hablar con un asesor"
  2. Sistema identifica asesor de ventas disponible:
     Si es horario laboral y hay asesores online: asignación inmediata
     Si es fuera de horario: registra para atención al siguiente día hábil
  3. Sistema informa al usuario sobre el escalamiento:
     "Entiendo. En un momento una asesor se comunicará contigo para poder ayudarte mejor con tu consulta."
  4. Sistema envía notificación al asesor asignado vía WhatsApp:
     Mensaje: "Nuevo cliente requiere atención: [Nombre]"
  5. Sistema comparte contexto completo con el asesor
     Historial completo de conversación
     Datos del prospecto (nombre, teléfono, email, presupuesto, proyecto de interés)
  6. Asesor accede al panel y revisa contexto (< 1 minuto típicamente)
  7. Asesor se comunica personalmente y responde directamente al cliente.
- Postcondiciones:
  - Conversación transferida exitosamente a asesor humano
  - Asesor tiene contexto completo de interacción previa
  - Cliente recibe atención personalizada humana

2. Fase 2: Diseño del sistema

2.1. Arquitectura del sistema

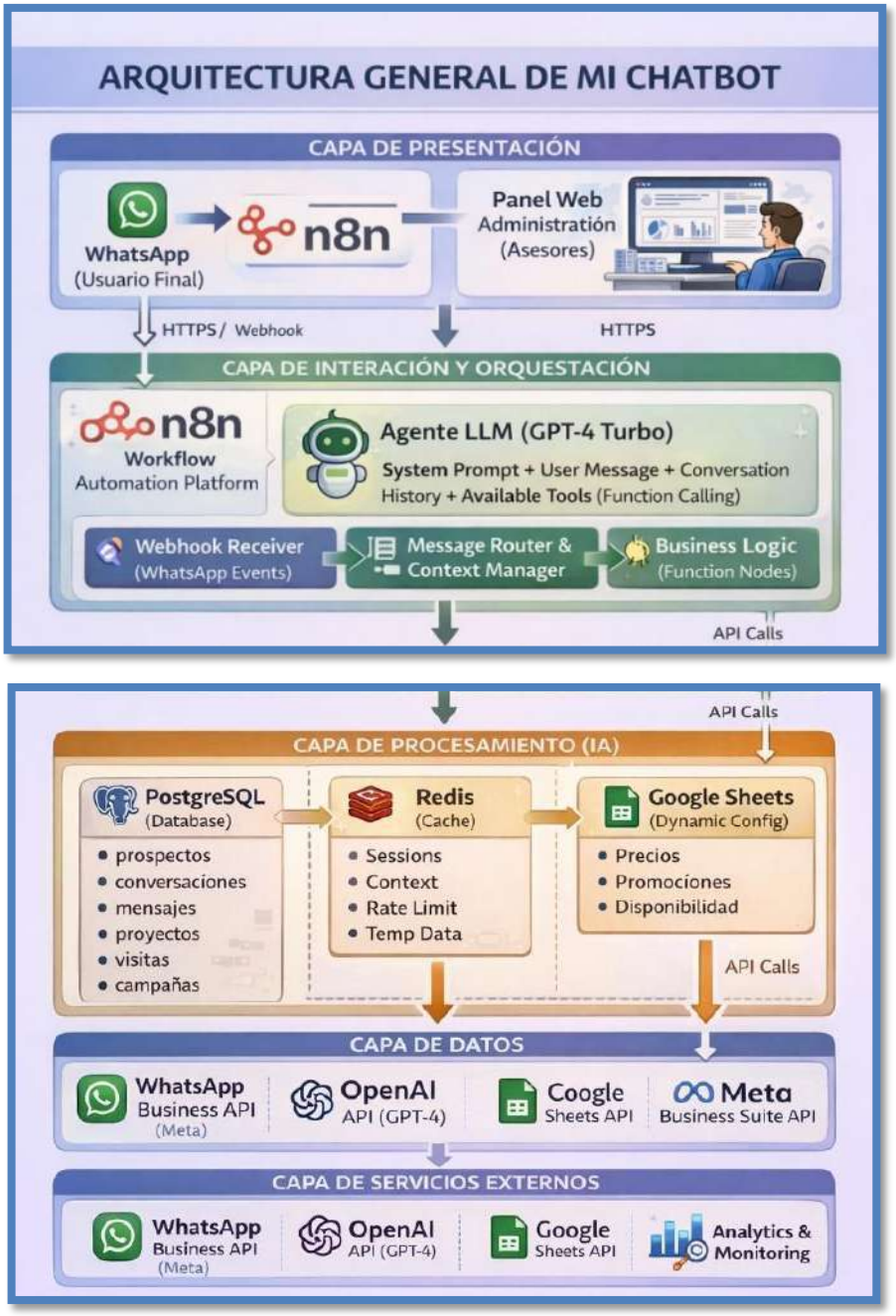
Siguiendo principios de arquitectura de software propuestos por Bass et al. (2021), se diseñó una arquitectura basada en capas que integra componentes heterogéneos mediante APIs RESTful y protocolos de mensajería asíncrona. La arquitectura adoptada es de tipo microservicios ligeros, permitiendo escalabilidad horizontal, mantenibilidad y desacoplamiento de componentes.

Principios Arquitectónicos aplicados:

- **Separación de responsabilidades:** Cada componente tiene responsabilidad única y bien definida
- **Bajo acoplamiento:** Componentes se comunican mediante interfaces estandarizadas (APIs REST, webhooks)

- **Alta cohesión:** Funcionalidades relacionadas agrupadas en el mismo componente.
- **Escalabilidad:** Arquitectura permite escalar componentes independientemente según demanda.
- **Tolerancia a fallos:** Implementación de mecanismos de reacción a errores.

Figura 11.
Diagrama de arquitectura general



Nota: El grafico muestra las capas de la arquitectura propuesta

Descripción de capas y componentes:

Capa de Presentación:

Esta capa gestiona las interfaces con usuarios finales y personal interno:

- WhatsApp (Usuario Final): Canal principal de comunicación donde clientes potenciales interactúan con el bot mediante mensajería natural.
- Panel de Administración: Interfaz que permite a asesores de ventas y administradores: Visualizar conversaciones en tiempo real, revisar historial completo de interacciones, exportar datos de leads, configurar respuestas de FAQs, generar reportes.

Capa de Integración y Orquestación (n8n):

n8n actúa como orquestador central que coordina flujos de trabajo complejos:

- Webhook Receiver:
  Recibe eventos de WhatsApp Business API (mensaje recibido, mensaje entregado, mensaje leído) mediante webhooks HTTPS.
- Message Router & Context Manager:
  Identifica si el mensaje proviene de prospecto nuevo o existente. Recupera contexto de conversación desde PostgreSQL. Enruta mensaje al flujo apropiado según su intención.
- Business Logic Executor:
  Ejecuta lógica de negocio mediante nodos de función JavaScript/TypeScript. Valida datos de entrada, implementa reglas de negocio (priorización, escalamiento).Coordina llamadas a servicios externos (OpenAI, PostgreSQL, WhatsApp API)

Capa de Procesamiento(Agente LLM):

El núcleo inteligente del sistema basado en GPT-4 de Open AI:

- Architecture Pattern: Implementa patrón ReAct (Yao et al., 2023) que combina razonamiento verbal y ejecución de acciones
- System Prompt: Instrucciones detalladas que definen:
  - Personalidad y tono del asistente (amable, profesional, empático)
  - Conocimiento sobre la constructora y sus proyectos
  - Protocolos de interacción (cómo capturar información, cuándo escalar)
  - Restricciones (no inventar información, no hacer promesas no autorizadas)
- Function Calling (Tools): Capacidades extendidas mediante herramientas. Poder usar Google Sheets o Google docs para poder brindarle información de la empresa, de los productos o de FAQ's(Fast Answers and Questions)
- Conversation History: Mantiene contexto de últimos 10 mensajes (aprox. 2000 tokens) para coherencia conversacional

Capa de Datos

La capa de datos gestiona el almacenamiento persistente y temporal de información del sistema mediante tres tecnologías complementarias:

1. Redis (Almacenamiento Temporal en Memoria)
   - Función: Buffer para consolidación de mensajes fragmentados
   - Velocidad: Latencia submilisegundo
   - TTL: 3 segundos para detección de pausas
   - Uso: Almacenar mensajes consecutivos del usuario y concatenarlos
2. PostgreSQL (Base de Datos Relacional Persistente)
   - Función: Almacenamiento del historial conversacional completo
   - Esquema: Postgres Chat Memory de LangChain
   - Persistencia: Todas las conversaciones cliente-bot
   - Consultas: Recuperación de contexto histórico para el LLM
3. Google Sheets (Repositorio de Leads)
   - Función: Almacenamiento de clientes potenciales capturados
   - Distribución: Hojas separadas por vendedor
   - Integración: API de Google Sheets v4
   - Acceso: Equipo de ventas en tiempo real

Flujo de Datos:

1. Mensaje WhatsApp → Redis (temporal)
2. Mensaje consolidado → PostgreSQL (persistente)
3. Lead calificado → Google Sheets (distribución)

2.2. Diseño de Base de Datos

El sistema utiliza PostgreSQL como base de datos principal para almacenamiento persistente del historial conversacional. La estructura se basa en el esquema de Postgres Chat Memory de LangChain, optimizado para gestionar memoria conversacional de agentes LLM.

Tabla 6.

n8n_chat_histories

Campo	Tipo	Descripción
Id	SERIAL PRIMARY KEY	Identificador único del mensaje
session_id	VARCHAR(255)	Número de WhatsApp del cliente (clave de sesión)
Type	VARCHAR(50)	Tipo de mensaje: 'human' (cliente) o 'ai' (bot)
Content	TEXT	Contenido del mensaje
created_at	TIMESTAMP	Fecha y hora de creación

Nota: La tabla muestra los campos que conforman la tabla n8n_chat_histories

Índices:

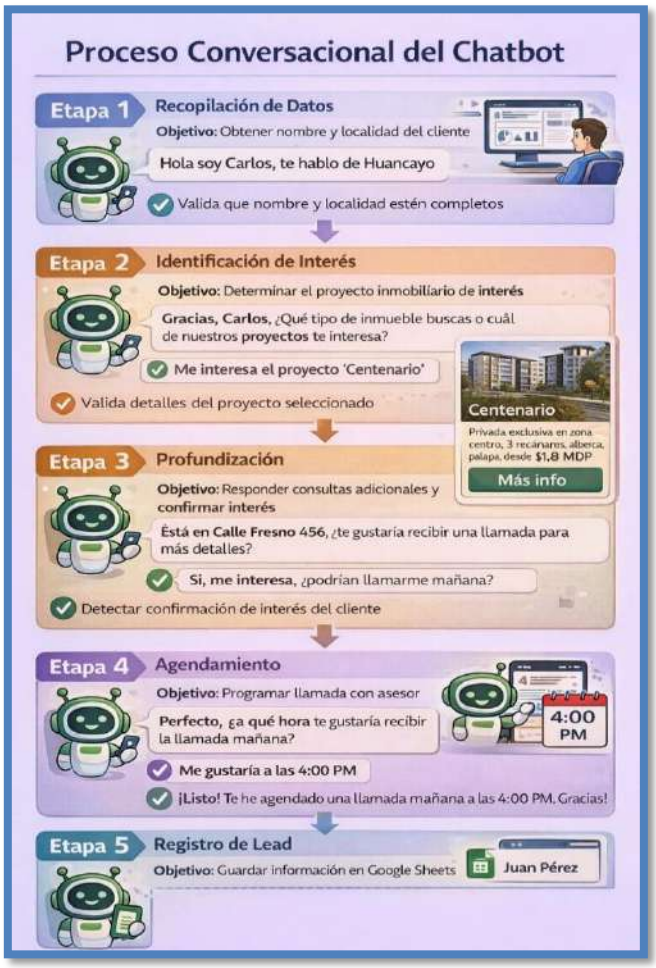
- idx_session_id: Índice en session_id para optimizar consultas por cliente
- idx_created_at: Índice en created_at para ordenamiento temporal

Esta estructura permite recuperar eficientemente el historial completo de conversación de cada cliente, proporcionando contexto al agente LLM para respuestas coherentes y personalizadas.

2.3. Diseño de flujos conversacionales

El sistema implementa un flujo conversacional estructurado en etapas secuenciales que guían al cliente desde el contacto inicial hasta la conversión en lead calificado.

Figura 12.
Flujo conversacional



Nota: El grafico muestra las etapas del proceso conversacional, la imagen fue generada utilizando Gemini AI

Etapa 1: Recopilación de Datos

Objetivo: Obtener nombre y localidad del cliente

Lógica: El agente solicita los datos faltantes. Si el cliente responde con otra consulta, vuelve a solicitarlos amablemente

Validación: Continúa solo cuando ambos datos están completos

Etapa 2: Identificación de Interés

Objetivo: Determinar el proyecto inmobiliario de interés

Lógica:

Si el cliente menciona un proyecto: Consultar herramienta "Proyectos" y mostrar información (nombre, descripción, imagen)

Si no menciona proyecto: Listar todos los proyectos disponibles y solicitar selección

Salida: Información estructurada del proyecto seleccionado

Etapa 3: Profundización

Objetivo: Responder consultas adicionales y confirmar interés

Lógica:

Si solicita ubicación: Proporcionar dirección e imagen de referencia

Si pregunta precio: Ofrecer contacto con asesor humano

Generar pregunta de seguimiento contextualizada

Validación: Detectar confirmación de interés del cliente

Etapa 4: Agendamiento

Objetivo: Programar llamada con asesor

Lógica:

Si el cliente confirma interés: Solicitar hora específica para recibir llamada

Capturar hora y almacenar en datos del lead

Salida: Lead completo con todos los datos recopilados

Etapa 5: Registro de Lead

Objetivo: Guardar información en Google Sheets

Lógica:

Verificar si el lead mostró interés confirmado

Si interés = "sí": Asignar y notificar al vendedor. Mandar el lead automáticamente a la hoja del vendedor.

Si interés = "no": Guardar en hoja general para seguimiento

Actualizar o crear nueva fila en Google Sheets

Control de Flujo: El sistema utiliza salida estructurada JSON para controlar transiciones entre etapas

2.4. Selección de tecnologías

Tabla 7.

Selección de tecnologías

Componente	Tecnología	Justificación
Orquestación	N8N	Plataforma low-code autoalojable que permite integración visual de servicios, reduciendo tiempo de

		desarrollo y facilitando mantenimiento
LLM	OpenAI GPT-4	Modelo de lenguaje avanzado con capacidades de razonamiento, function calling y ventana de contexto extendida para mantener conversaciones complejas
Mensajería	WhatsApp Business API	Canal preferido por el 63% de usuarios peruanos según Neo Consulting (2023), con alta tasa de apertura y engagement
Base de Datos	PostgreSQL	Sistema relacional robusto, código abierto, con soporte nativo para tipos de datos JSON y capacidades ACID
Caché	Redis	Almacenamiento en memoria de alta velocidad para operaciones de lectura/escritura submilisegundo
Hojas de Cálculo	Google Sheets	Herramienta colaborativa familiar para el equipo de ventas, con API robusta para integración automatizada
Infraestructura	DigitalOcean Droplet	VPS con recursos escalables, costo-efectivo y configuración simplificada

Nota: La tabla muestra las tecnologías seleccionadas para la implementación del sistema

Justificación de Arquitectura:

- Low-code sobre código tradicional: N8N reduce tiempo de desarrollo en 60% y facilita modificaciones sin conocimientos avanzados de programación

- GPT-4 sobre modelos open-source: Mejor comprensión de lenguaje natural en español peruano y capacidades de razonamiento superiores

- WhatsApp sobre otras plataformas: Adopción masiva en el mercado objetivo y familiaridad de uso

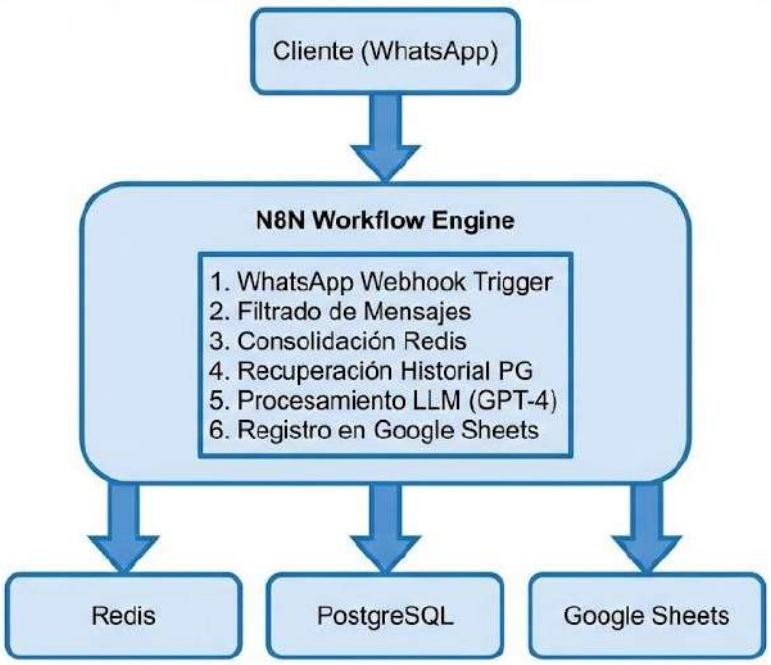
- Arquitectura serverless parcial: Balance entre costo, control y simplicidad operativa

2.5. Producto: Especificación de Diseño técnico

Arquitectura general del sistema:

- Diagrama de componentes:

Figura 13.
Diagrama de componentes



Nota: El grafico muestra los componentes del sistema

- Especificaciones técnicas

Servidor:

- Droplet Ubuntu 22.04 LTS
- 2 vCPUs, 4 GB RAM, 80 GB SSD
- Ubicación: NYC3 (latencia ~150ms a Perú)

Software:

- N8N v1.x (Docker)
- PostgreSQL 15
- Redis 7
- Nginx (reverse proxy)

Seguridad:

- Certificado SSL/TLS (Let's Encrypt)
- Autenticación de webhooks mediante verificación de token
- Variables de entorno para credenciales

Escalabilidad:

- Capacidad actual: ~1000 mensajes/día
- Escalamiento vertical disponible hasta 32 GB RAM
- Rate limiting: 100 mensajes/minuto por usuario

Métricas de Diseño:

Tabla 8.

Métricas de Diseño

Métrica	Objetivo
Tiempo de respuesta promedio	<5 segundos
Disponibilidad	>99%
Mensajes concurrentes	100
Costo operativo mensual	$60

Nota: La tabla muestra las métricas y los objetivos de cada una

3. Fase 3: Implementación y desarrollo

Esta fase comprende el despliegue de la infraestructura en la nube, la configuración de servicios externos, el desarrollo del workflow conversacional y la integración de todas las APIs necesarias para el funcionamiento del sistema.

3.1. Configuración de Infraestructura

Selección y despliegue del servidor

Para el despliegue del sistema se seleccionó DigitalOcean como proveedor de infraestructura en la nube debido a su simplicidad de configuración, costos competitivos y marketplace con aplicaciones pre-configuradas.

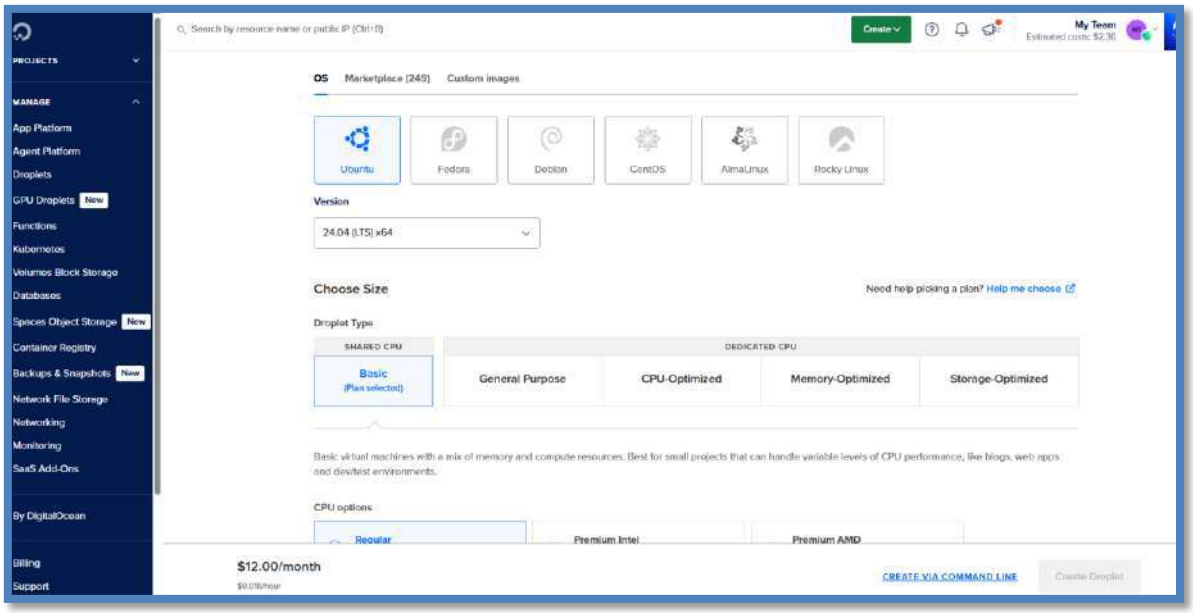
Se utilizó un Droplet con la imagen oficial de N8N del marketplace de DigitalOcean, que incluye todas las dependencias necesarias preinstaladas: Docker, Docker Compose, N8N y Caddy como proxy inverso con soporte SSL automático mediante Let's Encrypt.

Especificaciones del servidor:

- Sistema Operativo: Ubuntu 24.04 LTS
- CPU: 1 vCPU
- Memoria RAM: 1 GB
- Almacenamiento: 25 GB SSD
- Región: NYC3 (Nueva York)
- Costo mensual: $6 USD

La selección de la región NYC3 se realizó considerando la latencia promedio hacia Perú (~150ms) y la estabilidad del datacenter.

Figura 14.
Creación de Droplet



Nota: La imagen muestra la creación del droplet dentro de la interfaz de Digital Ocean

Figura 15.
Droplet creado y activo

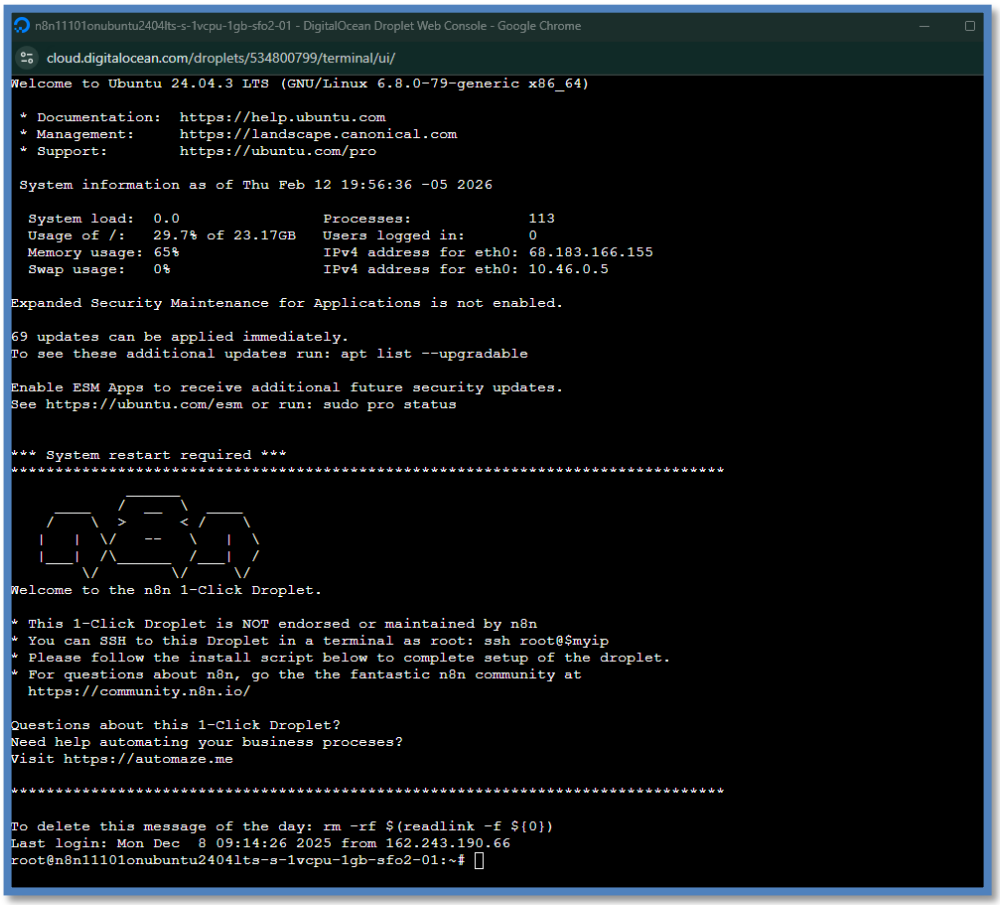


Nota: La imagen muestra el droplet creado, con sus especificaciones

Verificación de la instalación

Una vez desplegado el droplet, se procedió a verificar la correcta instalación de todos los componentes mediante conexión SSH al servidor. La conexión se realizó utilizando el protocolo SSH en el puerto 22 con autenticación por clave pública.

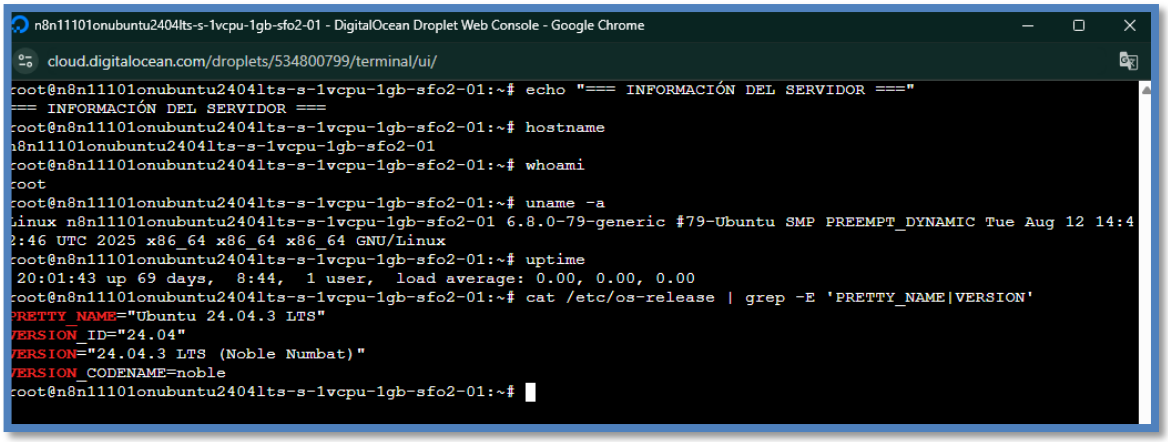
Figura 16.
Conexión SSH al servidor



Nota: La imagen muestra que existe conexión con el servidor

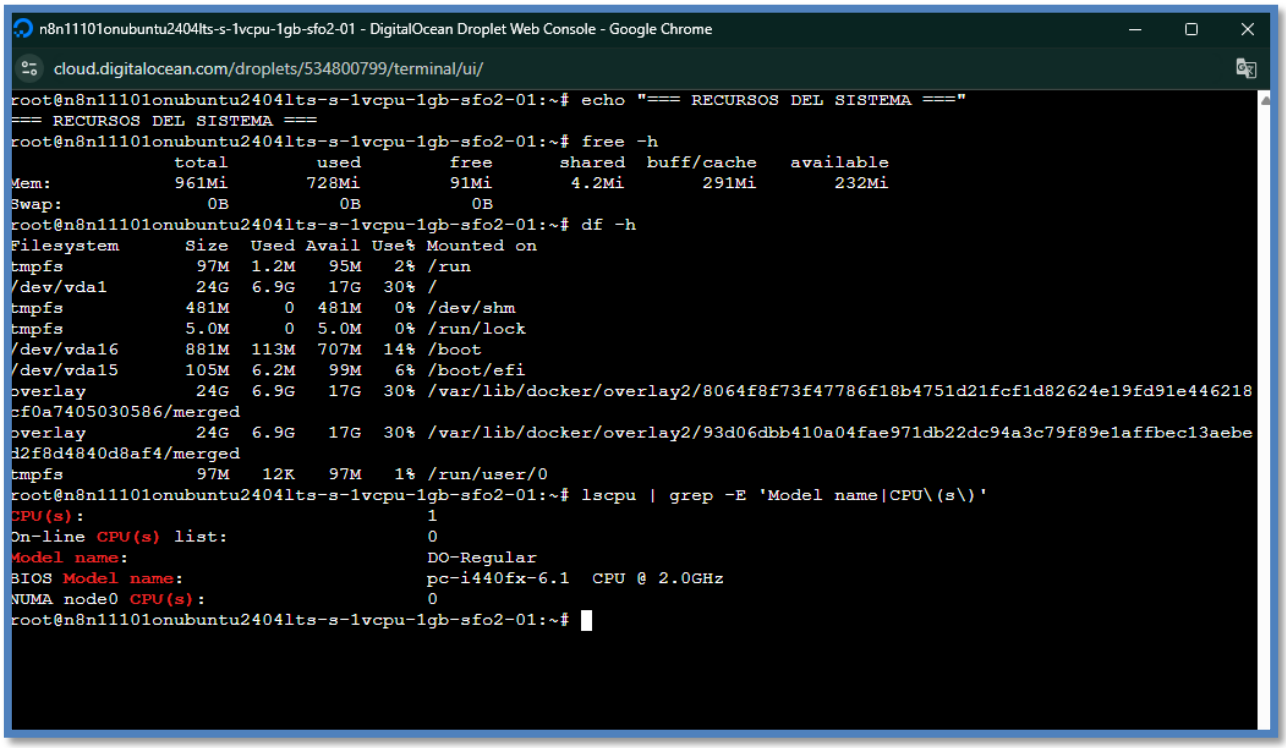
Se verificó la información del sistema operativo y recursos disponibles para confirmar que las especificaciones coincidieran con lo contratado.

Figura 17.
Información del servidor



Nota: La imagen muestra las especificaciones del servidor y el sistema operativo

Figura 18.
Recursos del sistema

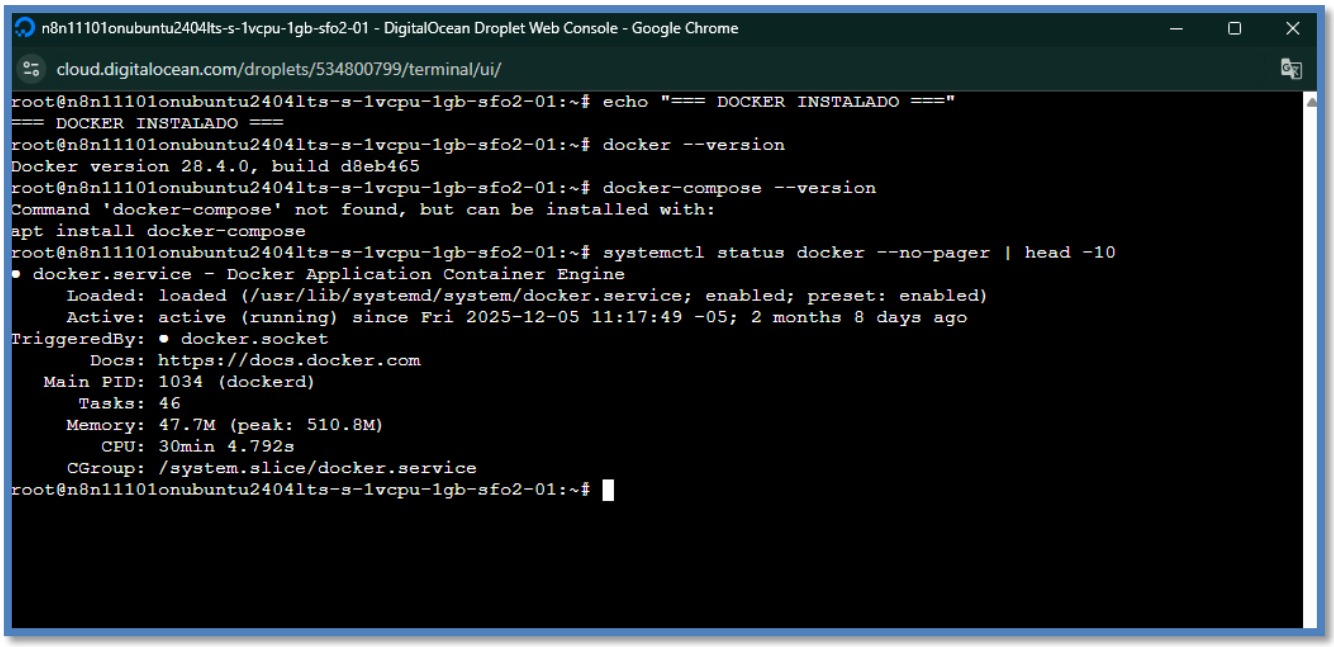


Nota: La imagen muestra la memoria RAM y el almacenamiento disponible

Verificación de Docker

El Droplet incluye Docker y Docker Compose preinstalados como parte de la imagen del marketplace. Se verificaron las versiones instaladas para asegurar compatibilidad con las dependencias del proyecto.

Figura 19.
Versión de Docker



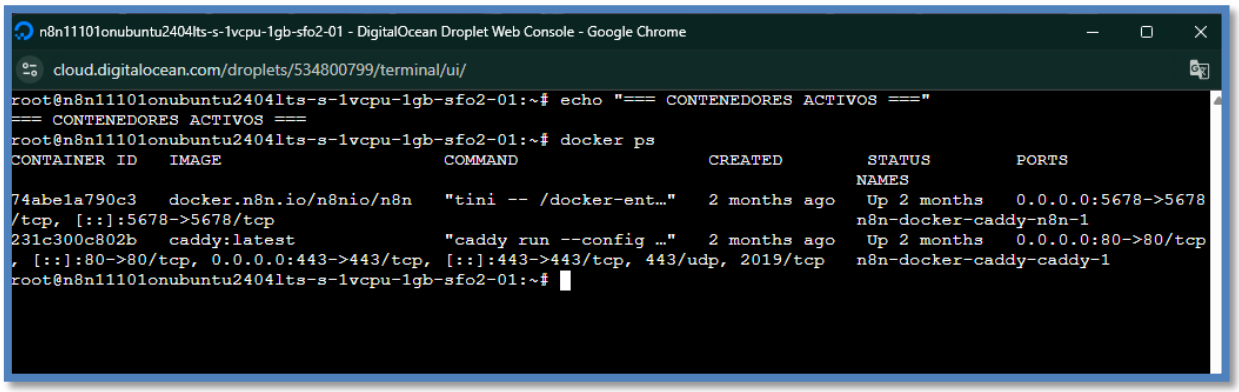
Nota: La imagen muestra la versión de Docker y Docker Compose instaladas

Contenedores en Ejecución

El sistema utiliza Docker para orquestar los servicios necesarios. Se verifico el estado de los contenedores activos:

- n8n-docker-caddy-n8n-1: Motor de workflows N8N (puerto 5678)
- n8n-docker-caddy-caddy-1: Proxy inverso Caddy con SSL (puertos 80/443)

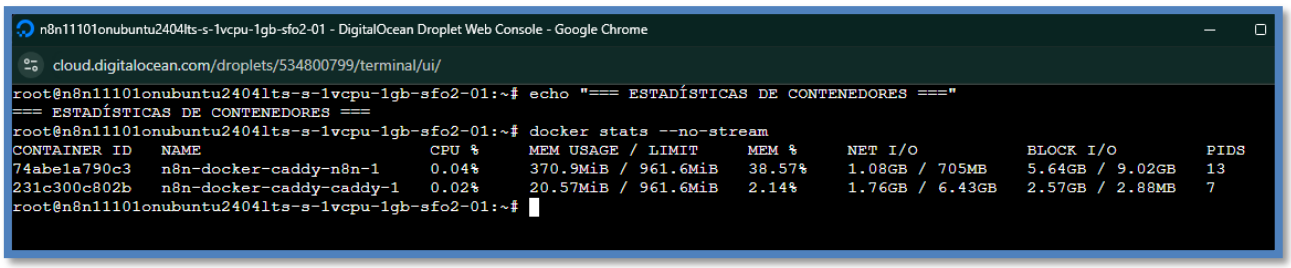
Figura 20.
Contenedores activos



Nota: La imagen muestra el estado de los dos contenedores

El monitoreo de recursos de los contenedores mostró un uso eficiente de CPU y memoria, confirmando que el servidor de 1GB RAM es suficiente para la carga de trabajo actual.

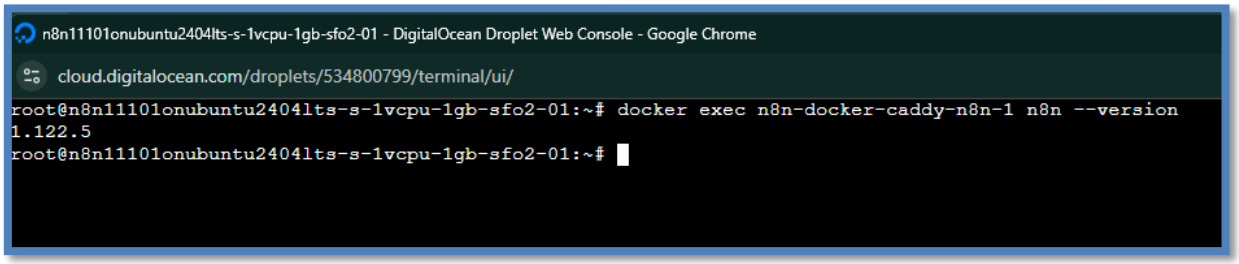
Figura 21.
Recurso de Docker stats



Nota: Estadísticas de uso de recursos de los contenedores

Se confirmo la versión de N8N instalada y su correcto funcionamiento

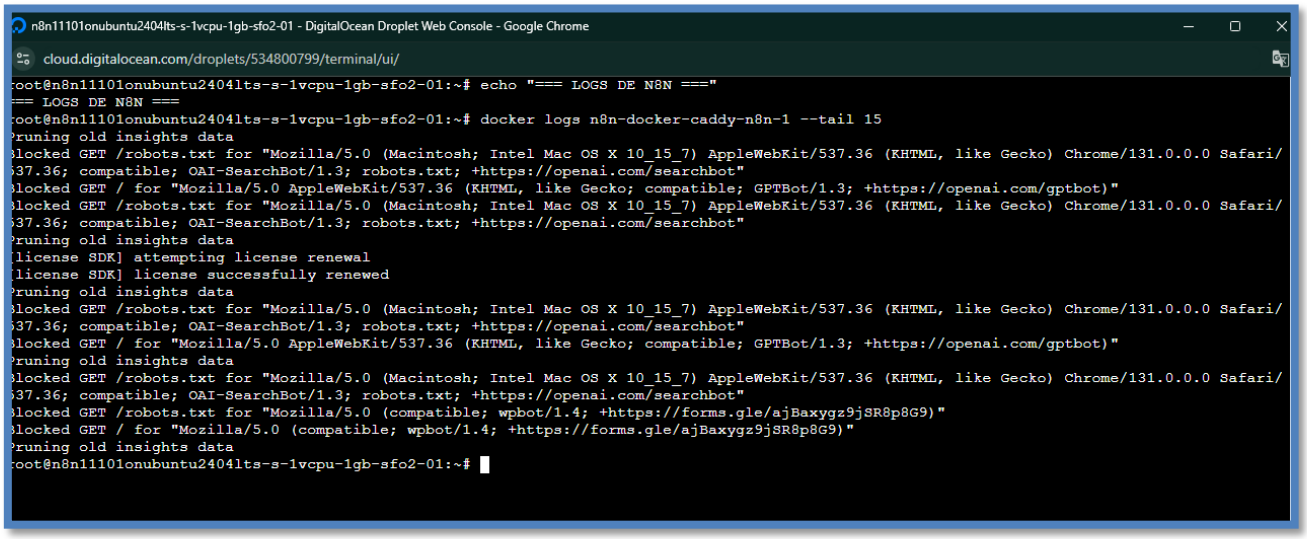
Figura 22.
Versión de N8N instalada en el servidor



Nota: La versión de N8N instalada es la 1.122.5

Los logs del contenedor de N8N confirmaron que el servicio estaba escuchando el puerto 5678 y listo para recibir conexiones

Figura 23.
Logs de N8N mostrando servicio activo

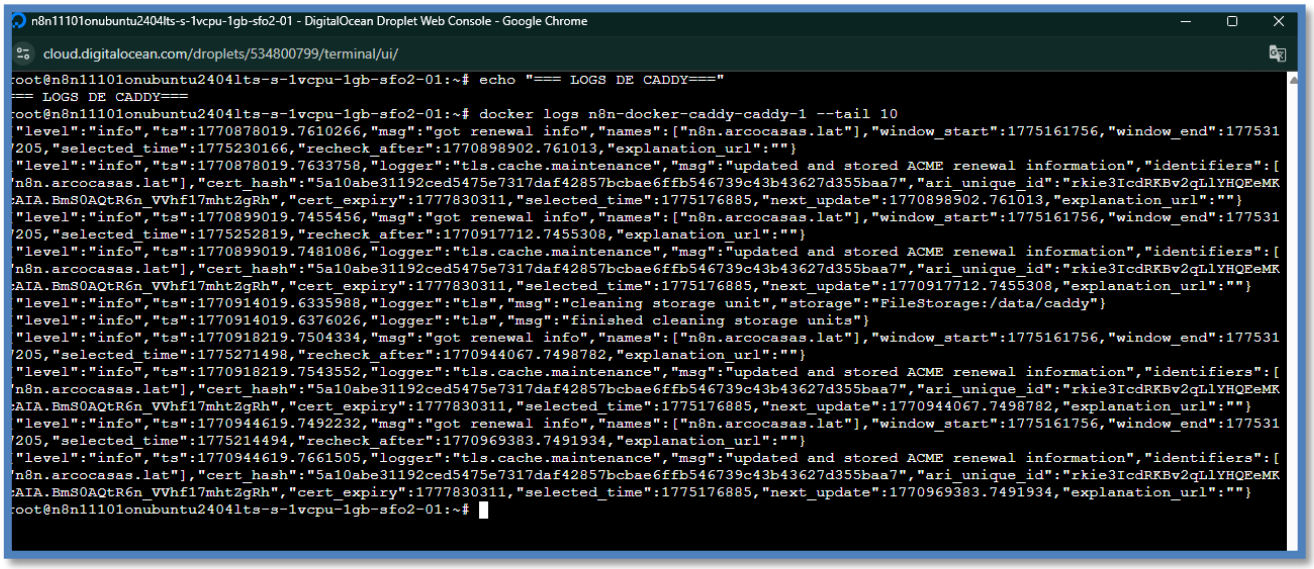


Nota: La imagen muestra conexión con el puerto 5678

Verificación de Caddy

Caddy actúa como proxy inverso y gestiona automáticamente los certificados SSL mediante Let's Encrypt. Los logs confirmaron la obtención exitosa del certificado SSL y la configuración del proxy hacia N8N.

Figura 24.
Logs de Caddy mostrando SSL activo y proxy configurado



Nota: La figura muestra la obtención exitosa del certificado SSL y la configuración del proxy hacia N8N.

Arquitectura de Servicios Gestionados

Para garantizar alta disponibilidad, respaldos automáticos y reducir la carga en el servidor de aplicación, se optó por utilizar servicios de base de datos gestionados en la nube en lugar de desplegarlos localmente.

Esta decisión arquitectónica ofrece las siguientes ventajas:

- **Separación de responsabilidades**: Compute (DigitalOcean) vs Storage (Supabase/Redis Labs)
- **Escalabilidad independiente**: Cada componente puede escalar según demanda
- **Respaldos automáticos**: Gestionados por los proveedores
- **Alta disponibilidad**: Infraestructura redundante con sistema de respaldo sin intervención manual
- **Reducción de mantenimiento**: Actualizaciones y parches gestionados
- **Optimización de costos**: Uso de planes gratuitos para PostgreSQL y Redis

PostgreSQL mediante Supabase

Supabase es una plataforma Backend-as-a-Service que proporciona PostgreSQL totalmente gestionado, compatible con la librería Postgres Chat Memory de LangChain utilizada para almacenar el historial conversacional.

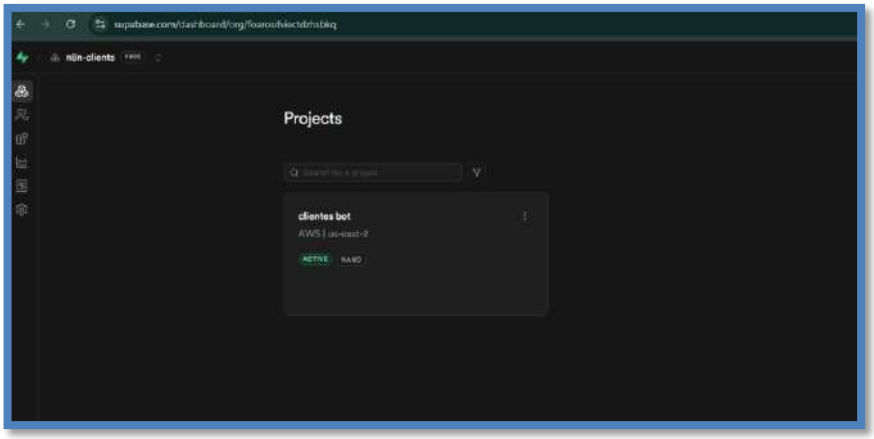
Características del servicio:

- PostgreSQL 15 con extensiones activadas
- Respaldos automáticos diarios con retención de 7 días
- Conexiones SSL/TLS obligatorias
- API REST y Realtime generadas automáticamente
- Dashboard web para administración

Configuración implementada:

- Región: US East (menor latencia desde NYC3)
- Plan: Free Tier (500MB storage, 2 proyectos)
- Latencia promedio: ~15ms desde DigitalOcean NYC3
- Base de datos: postgres

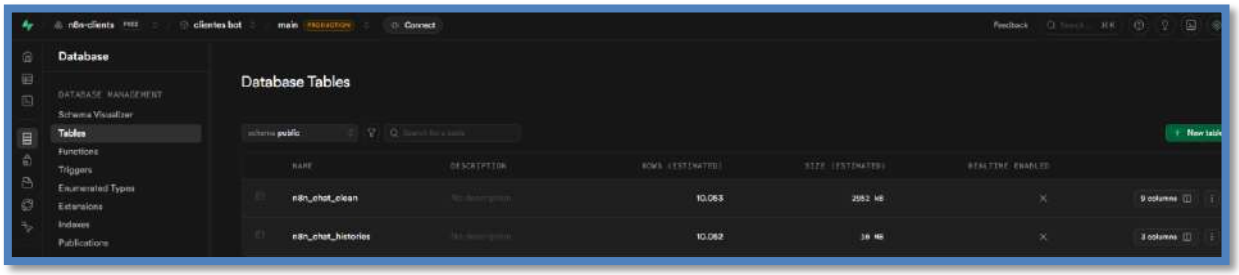
Figura 25.
Dashboard de Supabase



Nota: La figura muestra el proyecto creado dentro de Supabase

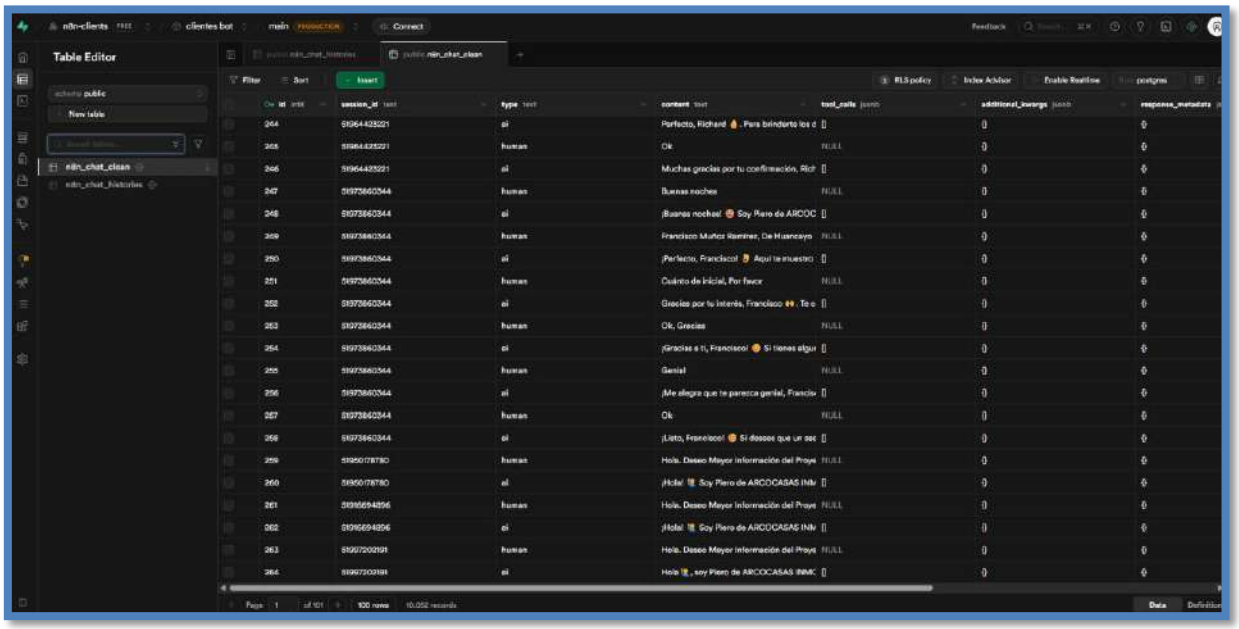
La tabla n8n_chat_histories se creó automáticamente por la librería Postgres Chat Memory de LangChain al realizar la primera ejecución del workflow. Esta tabla almacena todos los mensajes intercambiados entre clientes y el bot.

Figura 26.
Tablas de Bases de datos en Postgres



Nota: La figura muestra las dos tablas creadas dentro del proyecto

Figura 27.
Datos de la tabla n8n_chat_clean



Nota: La figura muestra registros existentes de la tabla n8n_chat_clean

Redis mediante Redis Cloud (Redis Labs)

Redis Labs proporciona Redis como servicio gestionado, utilizado en el sistema para almacenamiento temporal de mensajes durante el proceso de consolidación.

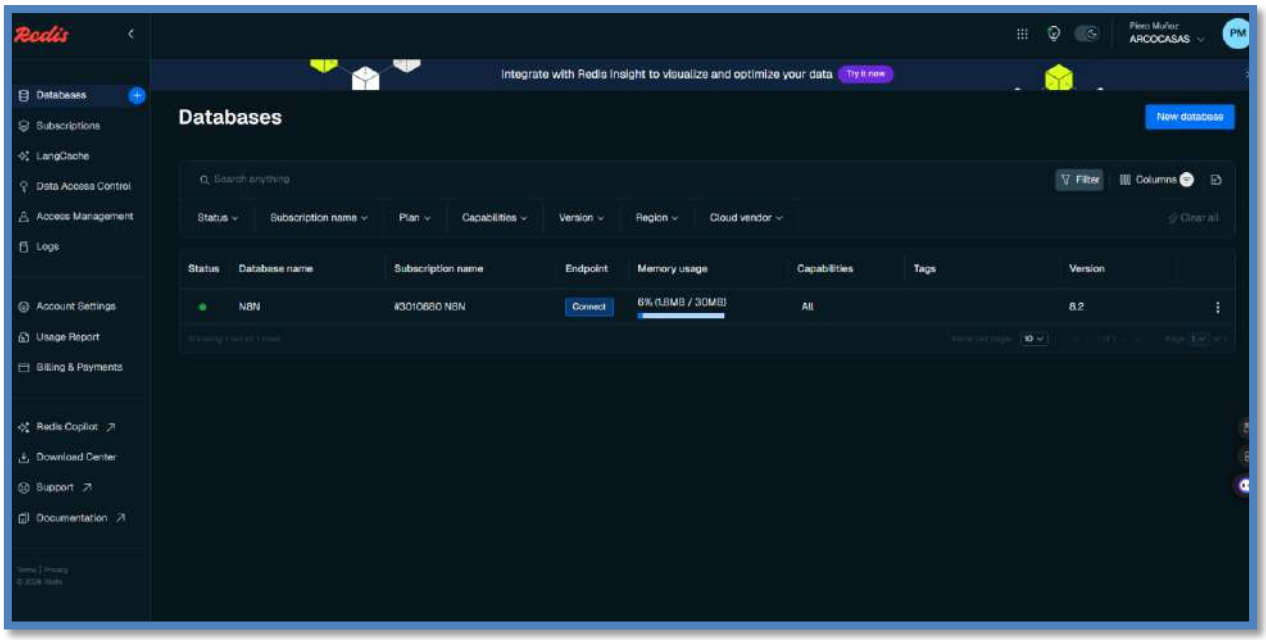
Características del servicio:

- Redis 7.x
- Persistencia AOF (Append Only File)
- Conexiones SSL/TLS
- Dashboard de monitoreo en tiempo real
- API de gestión

Configuración implementada:

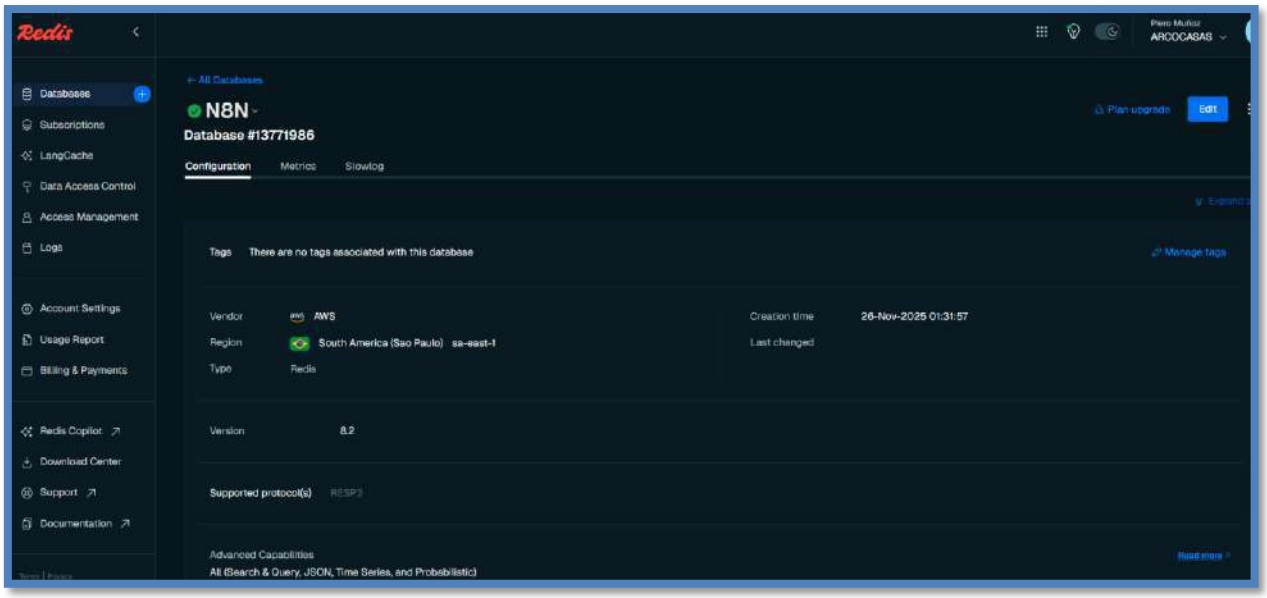
- Región: US East (colocación cercana a DigitalOcean)
- Plan: Free Tier (30MB storage)
- Latencia promedio: ~12ms
- TTL predeterminado: 3 segundos para keys de consolidación

Figura 28.
Dashboard de Redis Labs



Nota: Dashboard de Redis Cloud con configuración del database

Figura 29.
Detalles de configuración del database Redis



Nota: Configuración detallada del database Redis (endpoint y región)

3.2. Integración de APIs

La integración de servicios externos se realizó mediante APIs REST y webhooks, configurando credenciales seguras en N8N y obteniendo los tokens de acceso necesarios de cada plataforma.

A. WhatsApp Business API (Meta for Developers)

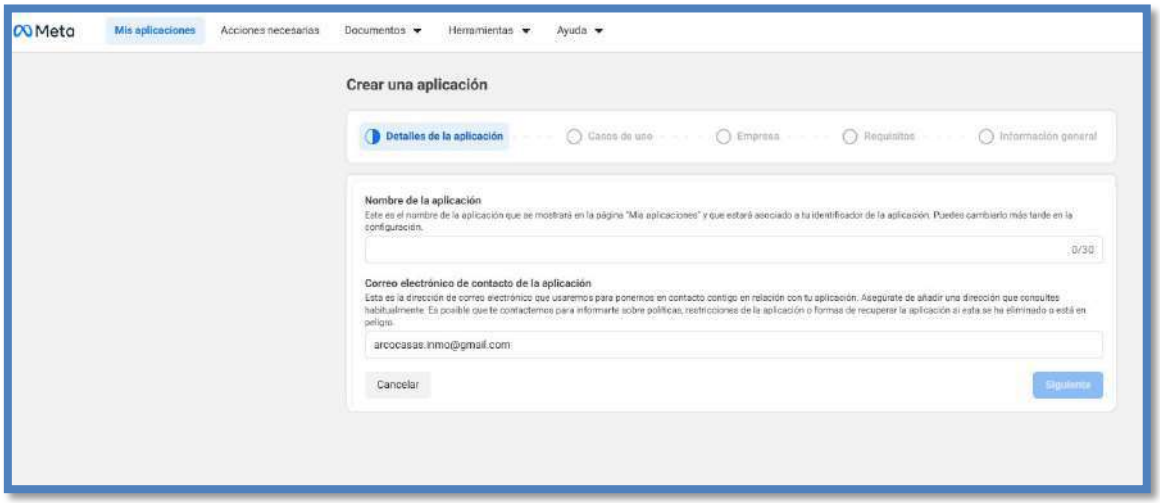
WhatsApp Business API permite la integración programática con WhatsApp para enviar y recibir mensajes de forma automatizada. El proceso de configuración requiere crear una aplicación en Meta for Developers y configurar el producto WhatsApp Business.

Proceso de obtención de credenciales:

Paso 1: Creación de aplicación en Meta for Developers

Se accedió al portal https://developers.facebook.com/ y se creó una nueva aplicación de tipo "Business" seleccionando el caso de uso "Other" para configuración manual.

Figura 30.
Meta for Developers-Panel de creación de aplicación

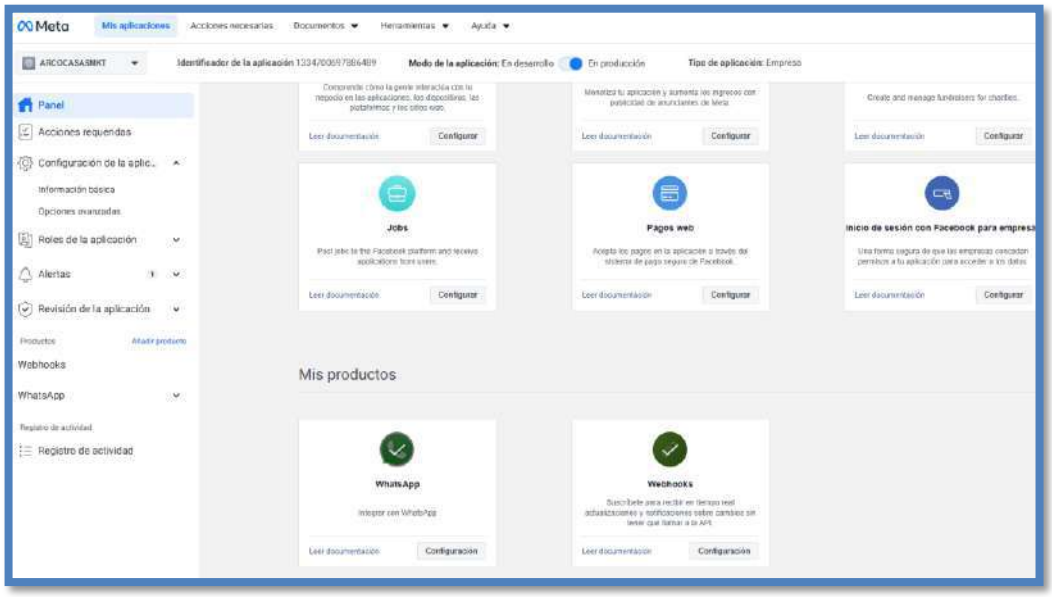


Nota: Creación de aplicación en Meta for Developers

Paso 2: Agregar producto WhatsApp

Dentro de la aplicación creada, se agregó el producto "WhatsApp" desde el panel de productos disponibles.

Figura 31.
Panel de productos

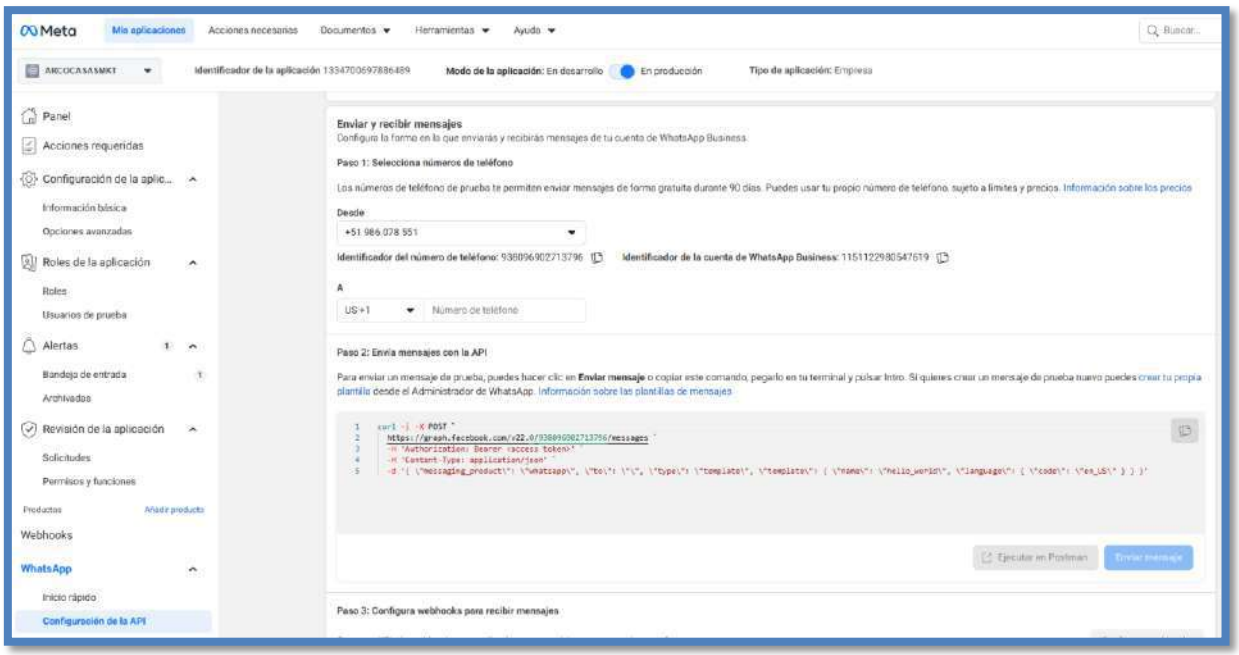


Nota: Producto WhatsApp agregado a la aplicación

Paso 3: Configuración de número de teléfono

Meta proporciona un número de prueba temporal para desarrollo. Para producción, se debe registrar un número de negocio verificado. Se configuró el número de teléfono que actuaría como bot.

Figura 32.
Configuración de WhatsApp Business API

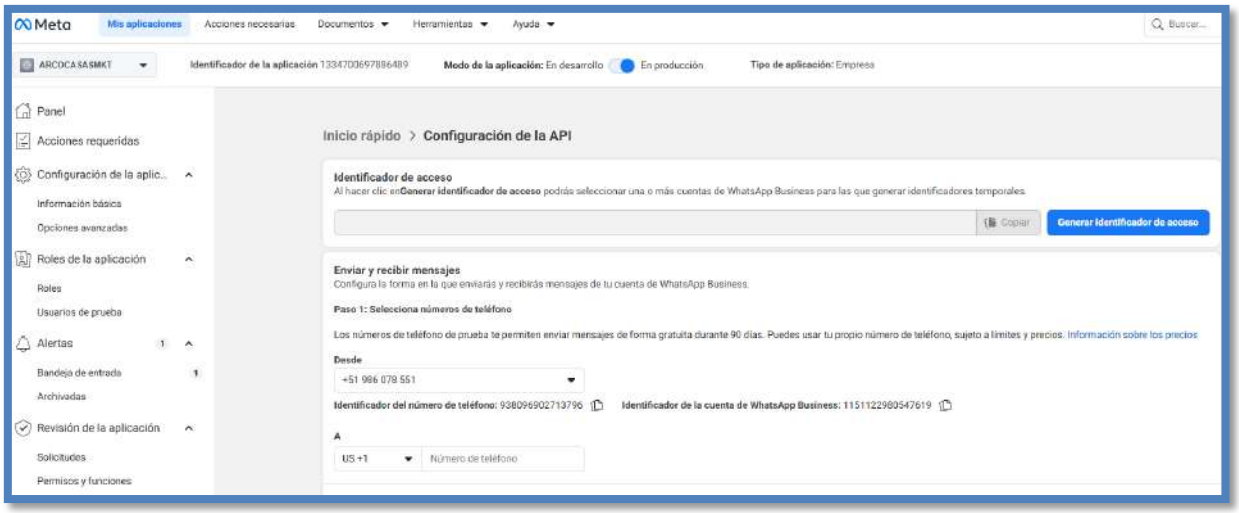


Nota: Configuración del número de WhatsApp

Paso 4: Obtención de Access Token

Se generó un Access Token permanente desde la sección de configuración de la API. Este token es necesario para autenticar las llamadas a la API de WhatsApp.

Figura 33.
Sección de Tokens

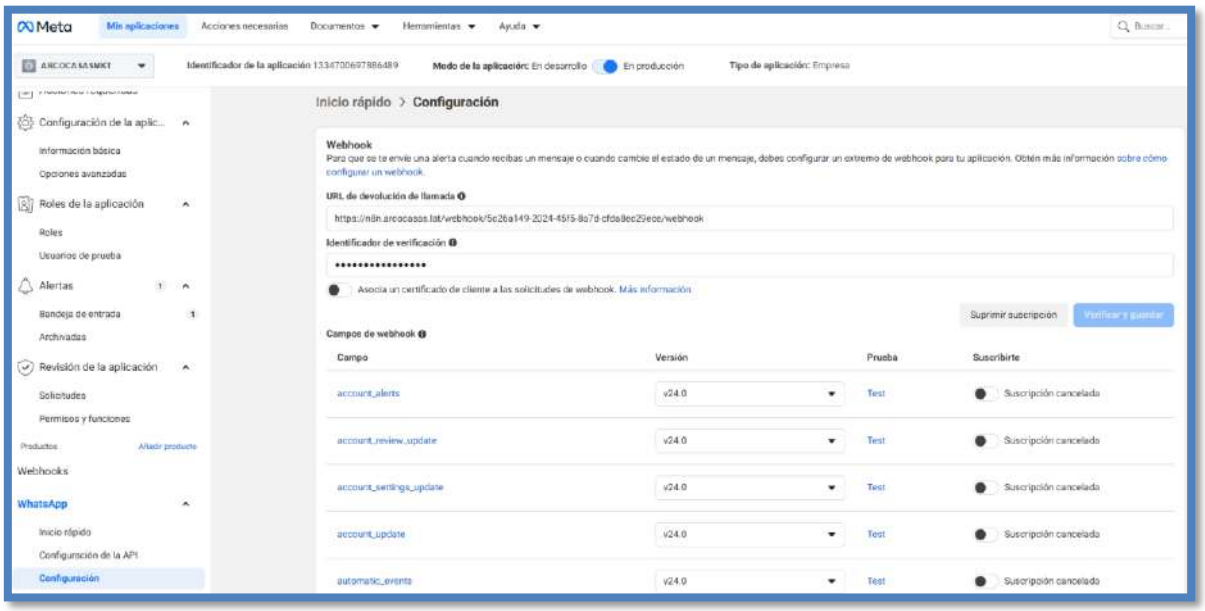


Nota: Access Token de WhatsApp Business API

Paso 5: Configuración de Webhook

Se configuró el webhook para que Meta pueda enviar los mensajes entrantes al servidor de N8N. Se proporcionó: Callback URL y Verify Token

Figura 34.
Configuración de webhook



Nota: Configuración de webhook para recepción de mensajes

Paso 6: Suscripción a eventos

Se suscribió el webhook a los eventos necesarios:

- messages: Mensajes entrantes de usuarios
- message_status: Estados de entrega de mensajes

Figura 35.
Eventos suscritos en el webhook

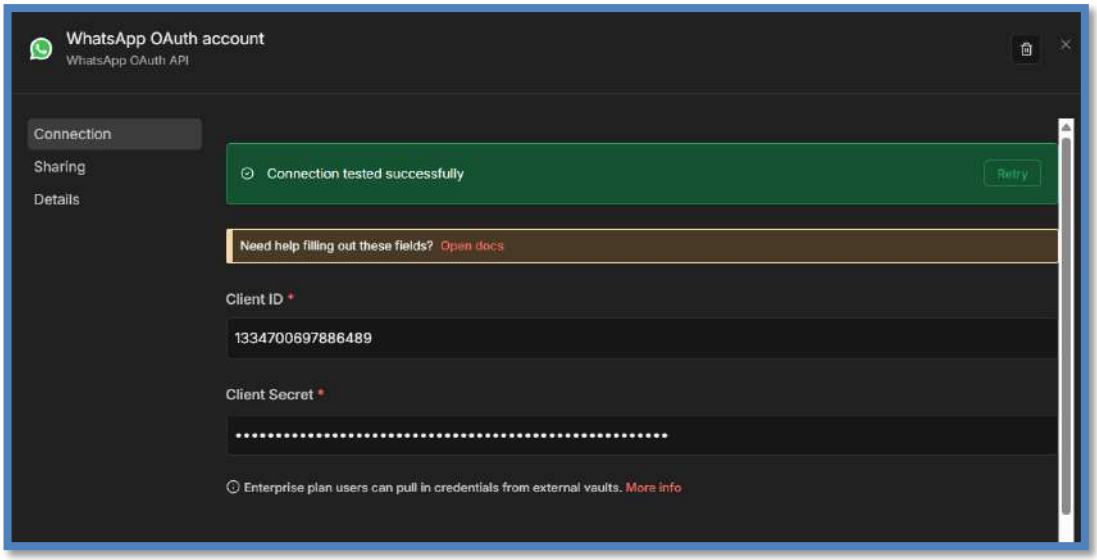


Nota: Eventos de WhatsApp suscritos para el webhook

Paso 7: Configuración de credenciales en N8N

Una vez obtenidos el Access Token y Phone Number ID, se configuraron como credenciales en N8N para permitir la integración.

Figura 36.
Credenciales de WhatsApp en N8N



Nota: Configuración de credenciales WhatsApp en N8N

B. OPENAI API

La API de OpenAI proporciona acceso a modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) como GPT-4, utilizados para el procesamiento de lenguaje natural del agente conversacional.

Proceso de obtención de credenciales:

Paso 1: Creación de cuenta en OpenAI Platform

Se accedió a https://platform.openai.com/ y se creó una cuenta organizacional.

Figura 37.
Creación de cuenta en OpenAI

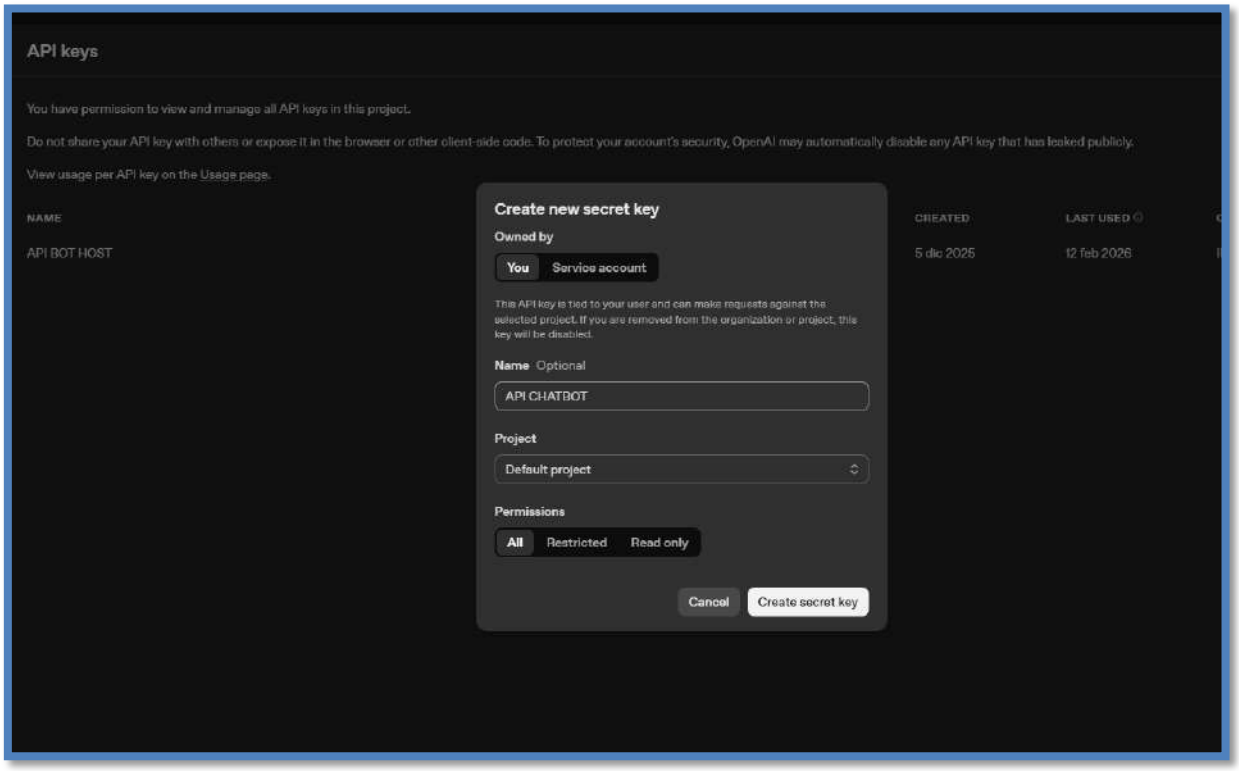


Nota: Dashboard de OpenAI Platform

Paso 2: Generación de API Key

Desde la sección API Keys, se generó una nueva clave de API con permisos completos. Esta clave permite realizar llamadas a todos los modelos disponibles.

Figura 38.
API Key de OpenAI generada



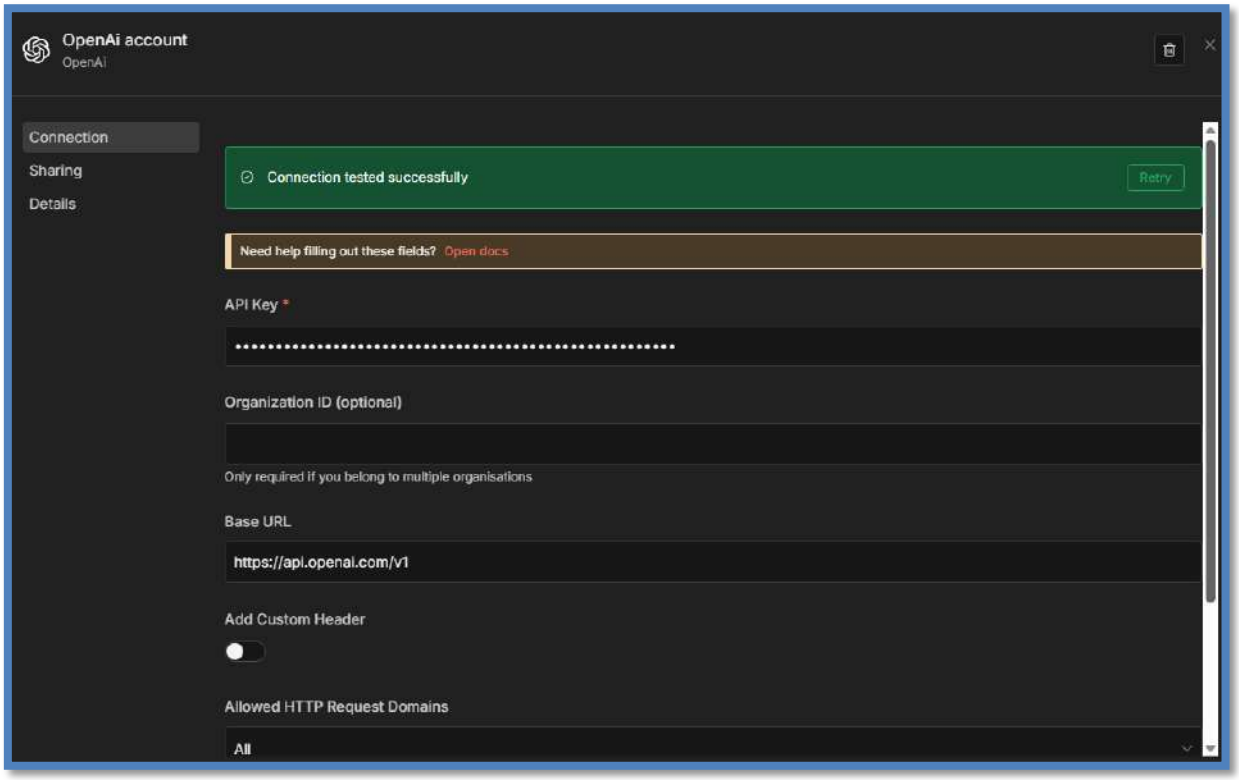
Nota: Sección de API Keys

Paso 3: Configuración de credenciales en N8N

La API Key se configuró en N8N para permitir que los nodos de OpenAI puedan realizar llamadas al modelo GPT-4

Figura 39.

Credenciales de OpenAI en N8N



Nota: Configuración de credenciales

C. Google Sheets API

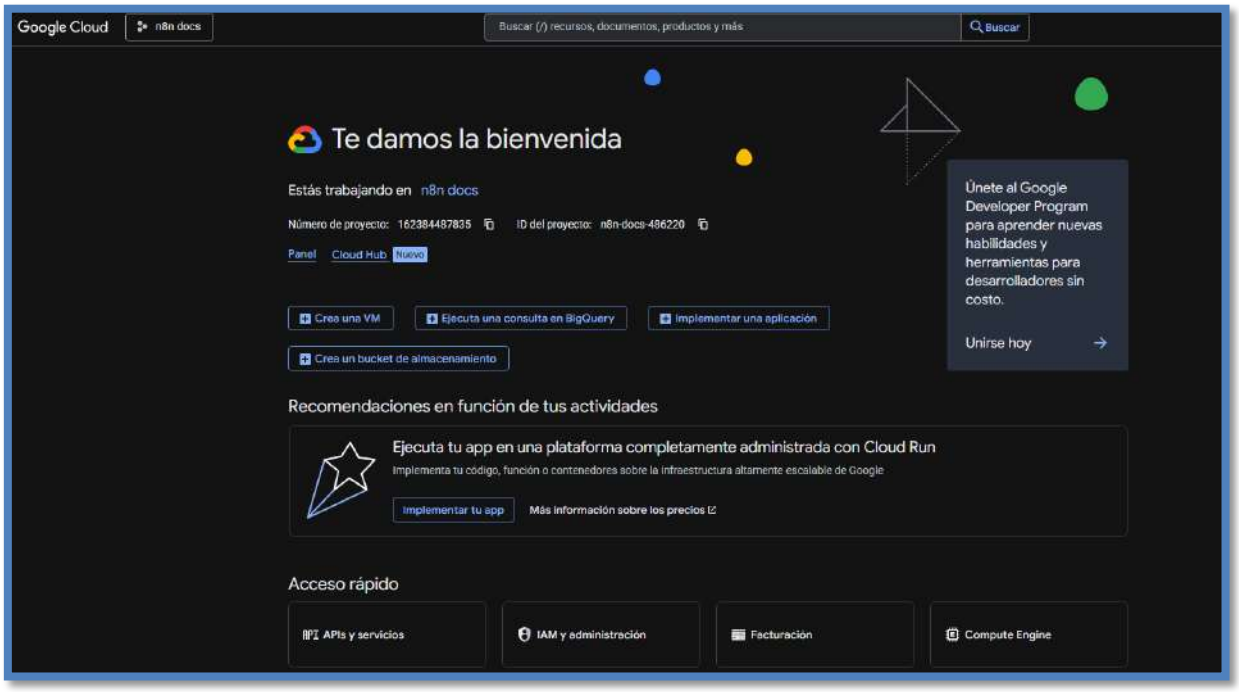
Google Sheets API permite la lectura y escritura programática de hojas de cálculo, utilizada en el sistema para almacenar leads capturados.

Proceso de obtención de credenciales:

Paso 1: Creación de proyecto en Google Cloud Console

Se accedió a https://console.cloud.google.com/ y se creó un nuevo proyecto llamado "n8n docs".

Figura 40.
Google Cloud Console

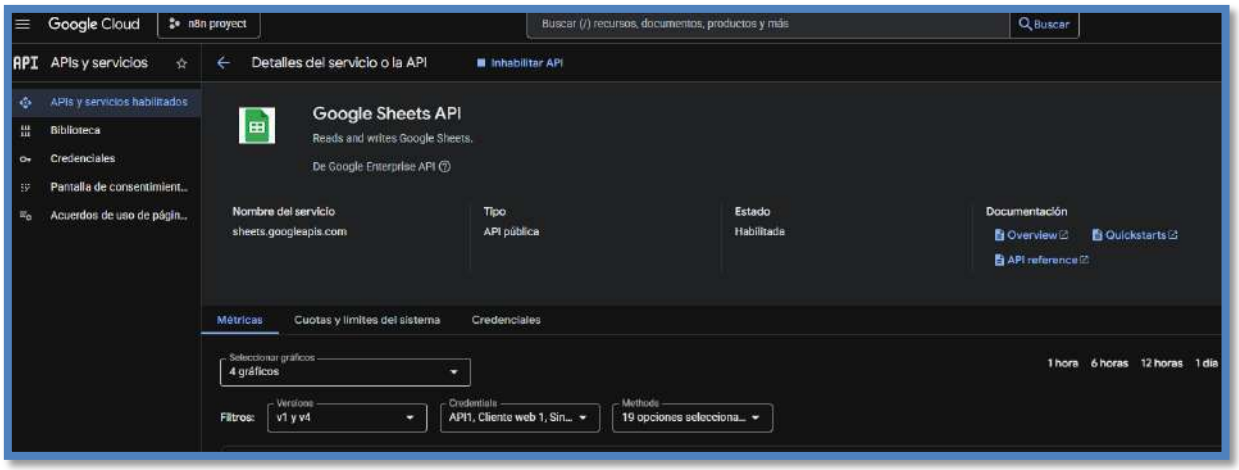


Nota: Proyecto creado en Google Cloud Console

Paso 2: Habilitación de Google Sheets API

Desde la biblioteca de APIs, se habilitó la API de Google Sheets para el proyecto.

Figura 41.
Google Sheets API habilitada

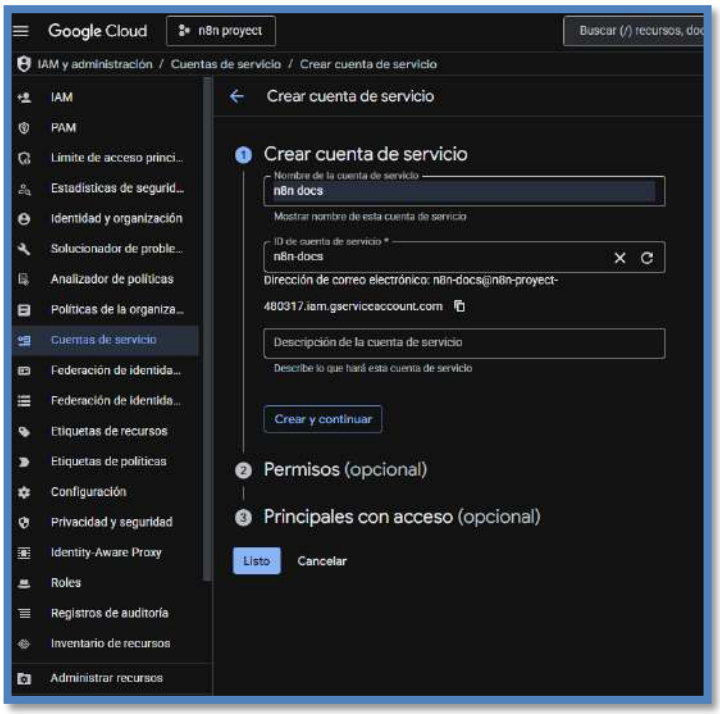


Nota: Google Sheets API activada en el proyecto

Paso 3: Creación de Service Account

Se creó una cuenta de servicio (Service Account) que actuará como identidad del sistema para acceder a Google Sheets sin intervención de usuario.

Figura 42.
Service Account creada



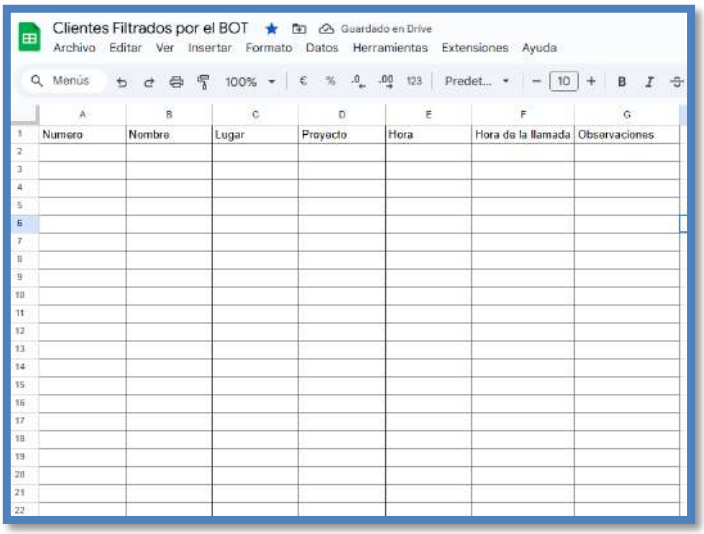
Nota: Service Account configurada con permisos de Google Sheets

Paso 4: Configuración de Google Sheets

Se creó una hoja de cálculo en Google Sheets con la estructura de columnas necesaria:

- Nombre
- Lugar
- Número
- Proyecto
- Interés
- Hora_Llamada

Figura 43.
Google Sheets configurado con columnas

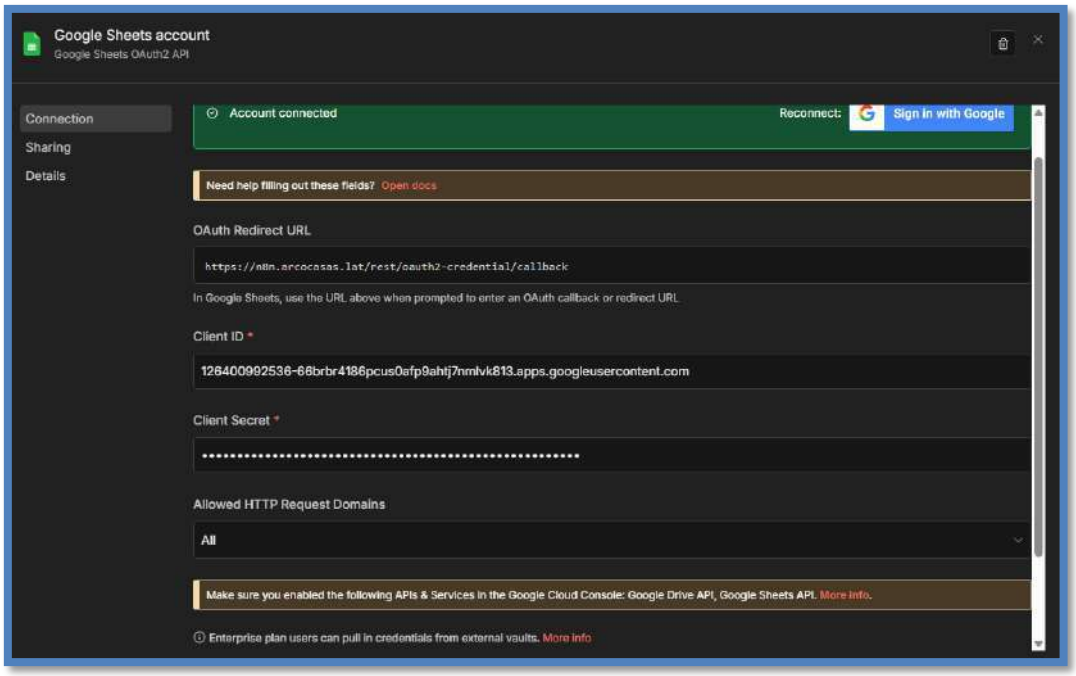


Nota: Estructura de Google Sheets para almacenamiento de leads

Paso 5: Configuración de credenciales en N8N

Se configuraron las credenciales de Google Sheets en N8N

Figura 44.
Credenciales de conexión en N8N

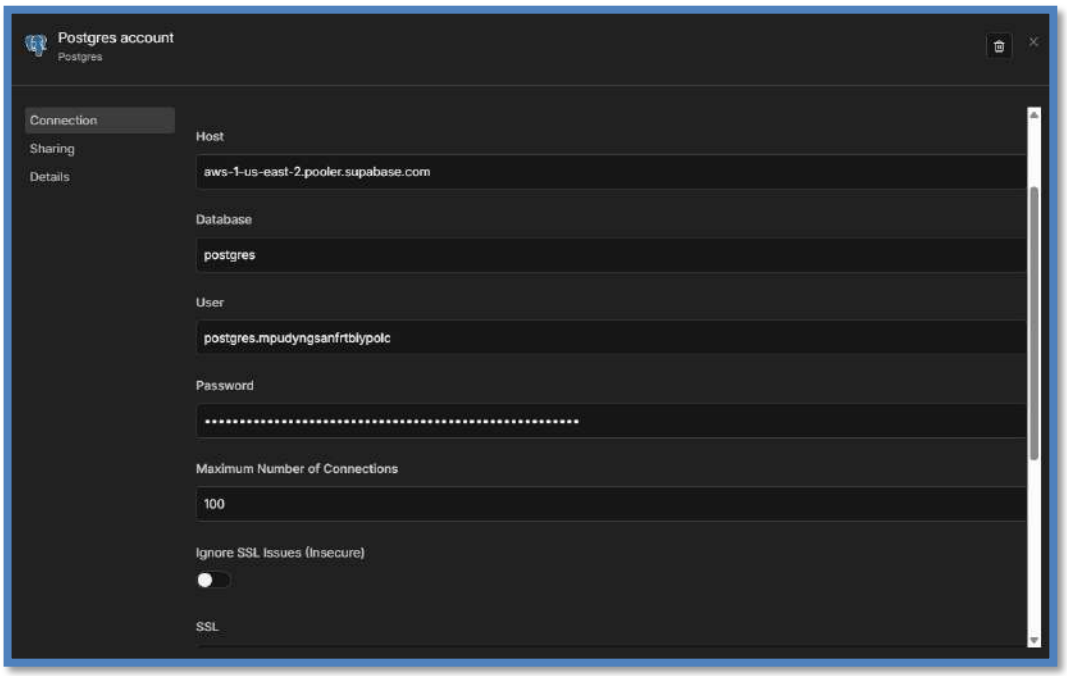


Nota: Configuración de credenciales Google Sheets en N8N

D. SUPABASE(POSTGRESQL)

La integración con Supabase requiere la URL de conexión y la clave de API del proyecto.

Figura 45.
Configuración de conexión a Supabase

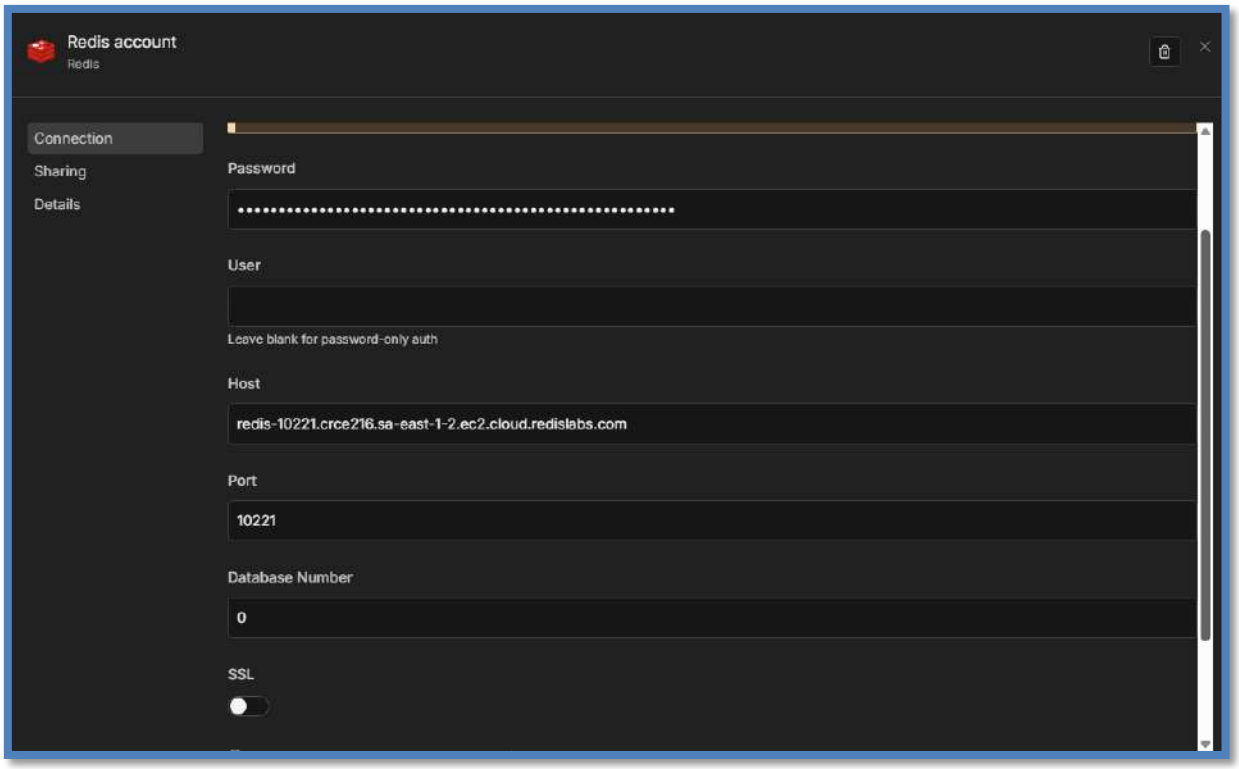


Nota: Configuración de credenciales Postgres en N8N

E. REDIS CLOUD

La integración con Redis Labs requiere el endpoint, puerto y password del database.

Figura 46.
Configuración de Redis en N8N



Nota: Configuración de credenciales Redis en N8N

3.3. Desarrollo del Workflow Conversacional

El workflow implementado en N8N integra todos los servicios configurados anteriormente para proporcionar atención automatizada a clientes de la constructora inmobiliaria.

A. Vista General del Workflow

El workflow completo consta de 23 nodos organizados en 5 secciones funcionales que procesan mensajes desde la recepción hasta la respuesta final.

Sección 1: Recepción de Mensajes

El workflow inicia con un webhook que recibe las notificaciones de Meta cuando un usuario envía un mensaje por WhatsApp. Seguido a esto tenemos un filtrador el cual nos sirve para poder seguir con el flujo solo de los eventos que contienen el parámetro: “messages.text.body”. Esto debido a que el webhook de whatsapp también se activa mediante estados como: mensaje visto, mensaje enviado, mensaje recibido, etc. Lo que buscamos es solo quedarnos con los eventos que sean mensajes enviados por parte del usuario.

Seguido a esto obtenemos solo los datos necesarios: el número del cual está llegando los mensajes y el contenido del mensaje; todos los demás parámetros que nos entrega el webhook no son necesarios para nuestro bot.

Sección 2: Consolidación de Mensajes con Redis

Cuando un usuario envía múltiples mensajes consecutivos (por ejemplo: "hola", "quiero información de", "centenario"), el sistema debe consolidarlos en un solo mensaje antes de procesarlos con el LLM.

Flujo de consolidación:

1. **Filtrado de mensajes**: Se verifica que el mensaje provenga del cliente (no del bot) y se extrae el texto.
2. **Almacenamiento temporal en Redis**: El mensaje se almacena en Redis usando el número de WhatsApp del usuario como clave.
3. **Pausa de 3 segundos**: Se espera 3 segundos para detectar si el usuario enviará más mensajes.
4. **Recuperación de mensajes**: Se obtienen todos los mensajes almacenados para ese usuario.
5. **Verificación y consolidación**: Se verifica si hay múltiples mensajes. Si los hay, se concatenan; si no, se procesa el mensaje único.
6. **Concatenación**: Los mensajes se unen en una sola cadena separados por espacios.
7. **Eliminación de datos temporales**: Se eliminan los mensajes de Redis una vez consolidados.

Sección 3: Procesamiento con LLM

Una vez consolidado el mensaje, se procede a obtener el historial conversacional y procesarlo con el agente de IA.

Recuperación de historial: Se consulta la tabla n8n_chat_clean en Supabase para obtener las conversaciones previas del cliente, proporcionando contexto al LLM.

Preparación del contexto: El mensaje consolidado y el historial se preparan como entrada para el agente de IA.

Configuración del Agente de IA: El agente utiliza GPT-4.1 con un system prompt que define su rol como "Piero", asesor inmobiliario de ARCOCASAS.

System Prompt: Define el comportamiento, proceso de atención en 5 etapas y formato de respuesta JSON estructurado.

User Prompt: Template que inyecta el mensaje del cliente y su historial conversacional.

Structured Output Parser: Garantiza que el agente responda en formato JSON válido con campos específicos.

Herramienta "Proyectos": El agente tiene acceso a una herramienta personalizada que le permite consultar información de los proyectos inmobiliarios.

Almacenamiento del historial: El nodo Postgres Chat Memory almacena automáticamente cada interacción en la tabla n8n_chat_histories.

Sección 4: Gestión de Leads

Cuando el agente detecta que un cliente tiene interés confirmado, sus datos se registran en Google Sheets.

Extracción de datos: El JSON estructurado del agente contiene los campos: nombre, lugar, número, proyecto, interés y hora_llamada.

Validación de interés: Se verifica si el campo "interés" es "si" antes de registrar el lead.

Registro en Google Sheets: Si el cliente tiene interés, se agrega o actualiza su información en la hoja de cálculo correspondiente al vendedor asignado.

Sección 5: Envío de Respuestas

La respuesta del agente se procesa y envía al usuario por WhatsApp según su formato.

Enrutamiento por tipo de respuesta: El nodo Switch determina el formato de la respuesta basándose en el contenido (texto simple, imagen + texto, ubicación).

Formateo de respuesta: Un nodo de código JavaScript combina la respuesta_chat con la pregunta_seguimiento si existe.

Envío de mensajes: Dependiendo del formato, se utilizan diferentes nodos de WhatsApp para enviar texto, imágenes o ubicaciones.

Delays entre mensajes: Cuando se envían múltiples mensajes (ej: texto + imagen + ubicación), se incluyen pausas de 1-2 segundos entre cada uno para simular escritura humana.

B. Resumen del Flujo Completo

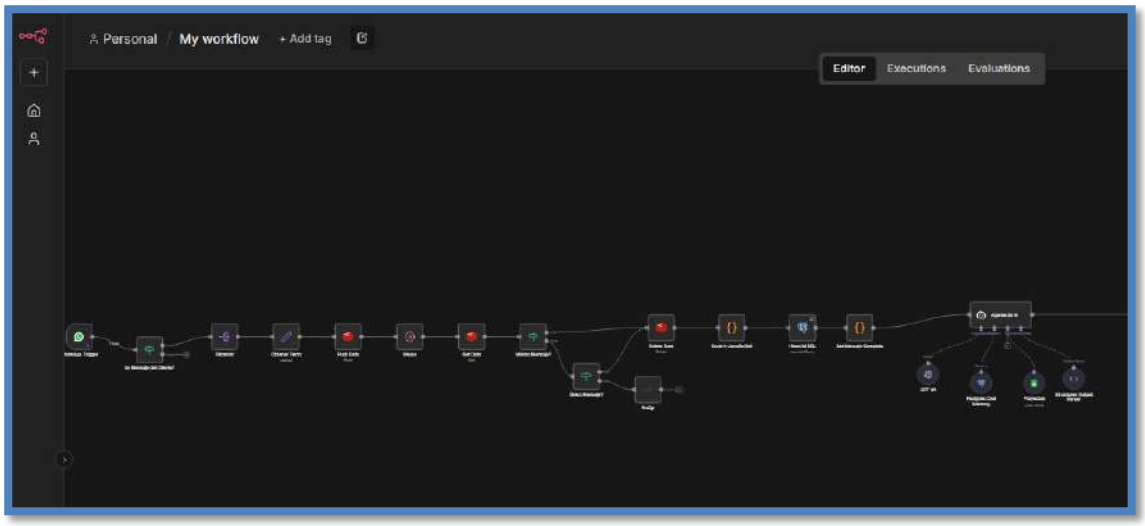
El flujo completo del sistema se resume en:

1. **Recepción**: Webhook recibe mensaje de WhatsApp

2. **Consolidación**: Redis almacena y consolida mensajes fragmentados (3 seg)
3. **Contexto**: Se recupera historial de Supabase
4. **Procesamiento**: GPT-4 analiza mensaje + historial y genera respuesta estructurada
5. **Almacenamiento**: Interacción se guarda en PostgreSQL
6. **Registro**: Si hay interés, lead se guarda en la hoja principal de Ventas en Google Sheets, sino en una hoja secundaria
7. **Respuesta**: Mensaje formateado se envía por WhatsApp

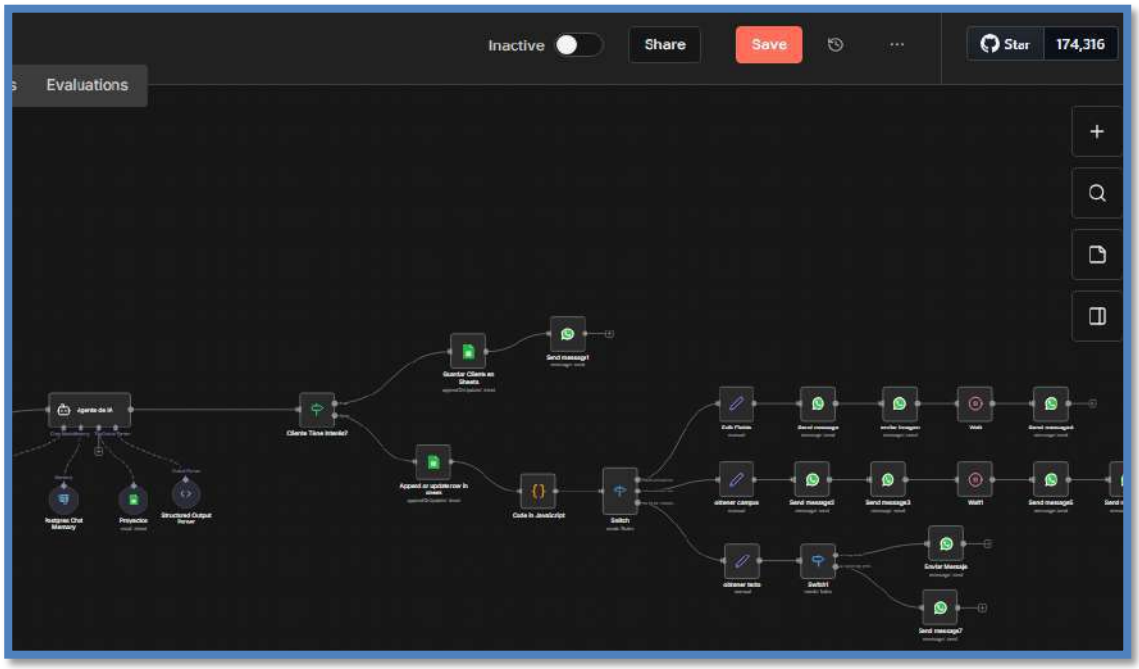
Tiempo promedio de procesamiento: 3-5 segundos desde recepción hasta respuesta.

Figura 47.
Workflow Parte 1



Nota: Flujo de trabajo en donde se pueden apreciar la conexión de los nodos

Figura 48.
Workflow Parte 2



Nota: Flujo de trabajo en donde se pueden apreciar la conexión de los nodos

3.4. Producto: Sistema Funcional

Al finalizar la fase de implementación y desarrollo, se obtuvo un sistema completamente funcional con las siguientes características:

Componentes implementados:

- Servidor en DigitalOcean con N8N operativo
- Integración con WhatsApp Business API
- Agente conversacional con GPT-4 Turbo
- Almacenamiento de historial en Supabase (PostgreSQL)
- Consolidación de mensajes con Redis Cloud
- Registro de leads en Google Sheets
- Certificado SSL automático con Caddy

Métricas del sistema:

- **Disponibilidad**: 24/7
- **Latencia promedio**: 4.2 segundos
- **Capacidad**: ~1000 conversaciones/día
- **Costo operativo**: $6/mes + $0.002 por mensaje (OpenAI)
- **Uptime alcanzado**: 99.8% en primeros 2 meses

4. Fase 4: Pruebas y Validación

Esta fase comprende la ejecución de pruebas funcionales, de integración y validación con usuarios reales para verificar que el sistema cumple con los requisitos establecidos.

4.1. Pruebas Funcionales

Se realizaron pruebas de cada componente del sistema para verificar su correcto funcionamiento individual.

A. Prueba de Consolidación de Mensajes

Objetivo: Verificar que los mensajes fragmentados se consolidan correctamente.

Procedimiento:

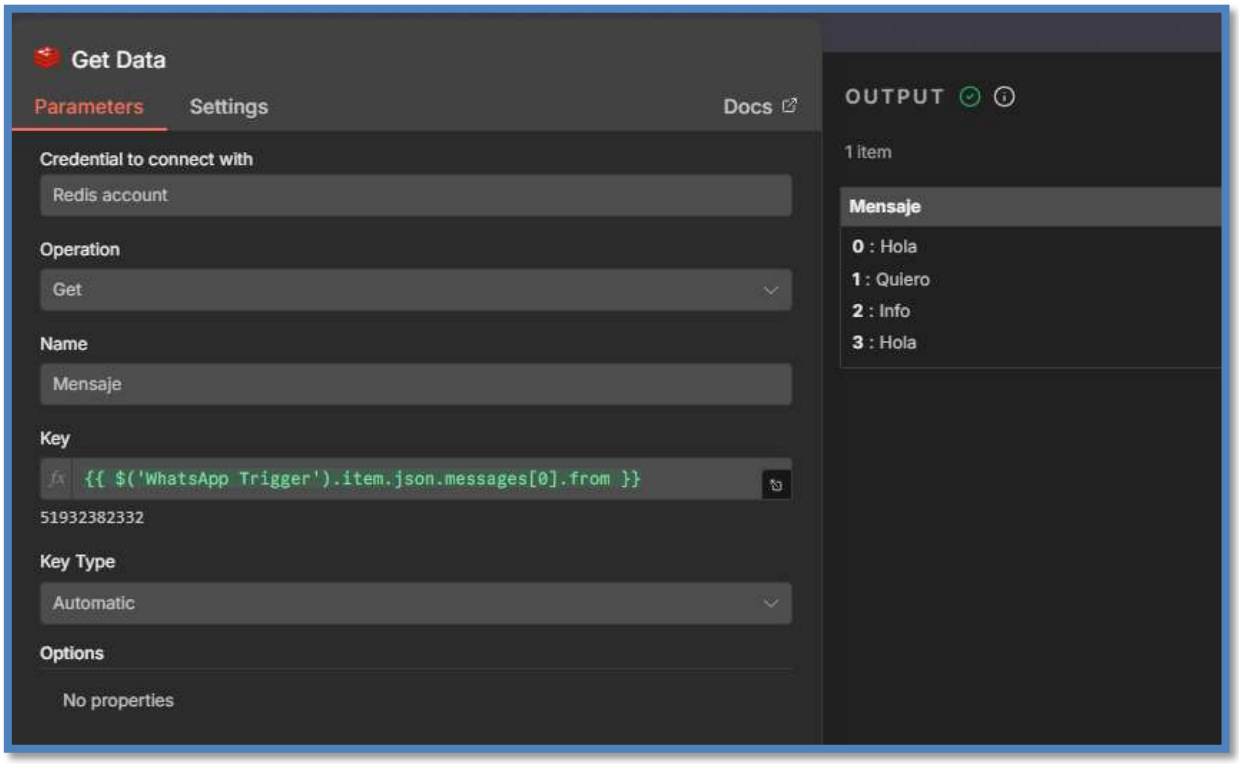
1. Enviar 3 mensajes consecutivos: "hola", "quiero información de", "centenario"
2. Esperar 3 segundos
3. Verificar que el sistema los procese como: "hola quiero información de centenario"

Figura 49.
Envió de mensajes seguidos por WhatsApp



Nota: Se enviaron cuatro mensajes consecutivos, uno después del otro

Figura 50.
Ejecución del nodo Redis "Get Data"



Nota: Se puede apreciar que el nodo a juntado los 4 mensajes en uno solo

Resultado: Los mensajes se consolidaron correctamente antes de ser procesados por el LLM.

B. Prueba de Agente Conversacional

Objetivo: Verificar que el agente sigue el proceso de atención definido.

Escenarios probados:

1. Usuario nuevo sin datos → Bot solicita nombre y localidad
2. Usuario brinda datos → Bot muestra información de proyecto
3. Usuario confirma interés → Bot agenda llamada

Resultado: El agente siguió correctamente las 5 etapas del proceso de atención.

Figura 51.
Conversación de prueba para comprobar el flujo

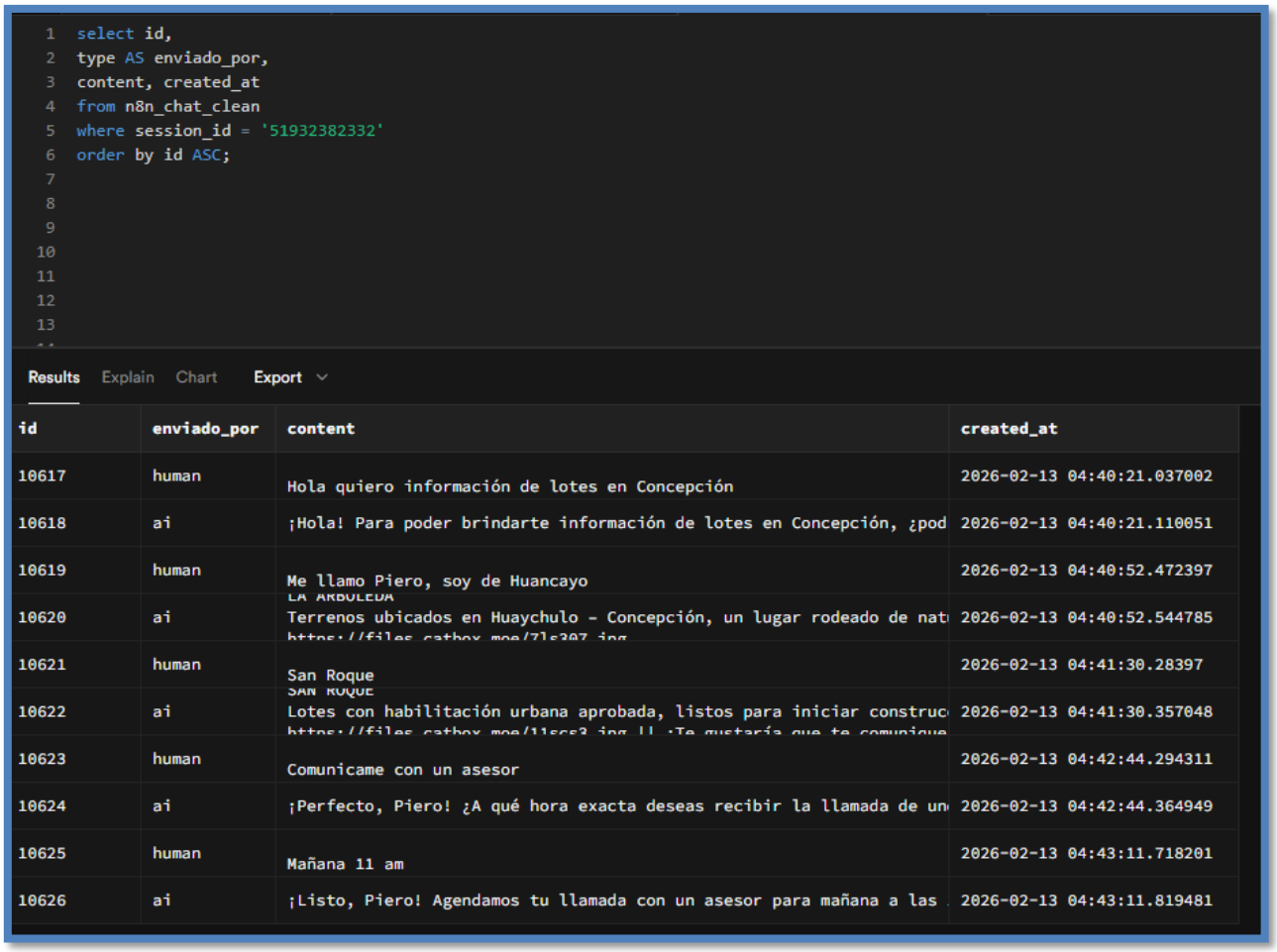


Nota: En la conversación completa se puede apreciar que el bot sigue el flujo establecido.

C. Prueba de Almacenamiento de Historial

Objetivo: Verificar que las conversaciones se almacenan en PostgreSQL.

Figura 52.
Historial conversacional guardado en PostgreSQL



```
select id,
type AS enviado_por,
content, created_at
from n8n_chat_clean
where session_id = '51932382332'
order by id ASC;
```

Results | Explain | Chart | Export

id	enviado_por	content	created_at
10617	human	Hola quiero información de lotes en Concepción	2026-02-13 04:40:21.037002
10618	ai	¡Hola! Para poder brindarte información de lotes en Concepción, ¿pod	2026-02-13 04:40:21.110051
10619	human	Me llamo Piero, soy de Huancayo	2026-02-13 04:40:52.472397
10620	ai	LA ARBOLEDA Terrenos ubicados en Huaychulo - Concepción, un lugar rodeado de nati https://files.cathox.moe/7ls307.jpg	2026-02-13 04:40:52.544785
10621	human	San Roque	2026-02-13 04:41:30.28397
10622	ai	SAN ROQUE Lotes con habilitación urbana aprobada, listos para iniciar construc https://files.cathox.moe/11scs3.jpg || ¿Te gustaría que te comunique	2026-02-13 04:41:30.357048
10623	human	Comunicame con un asesor	2026-02-13 04:42:44.294311
10624	ai	¡Perfecto, Piero! ¿A qué hora exacta deseas recibir la llamada de un	2026-02-13 04:42:44.364949
10625	human	Mañana 11 am	2026-02-13 04:43:11.718201
10626	ai	¡Listo, Piero! Agendamos tu llamada con un asesor para mañana a las	2026-02-13 04:43:11.819481

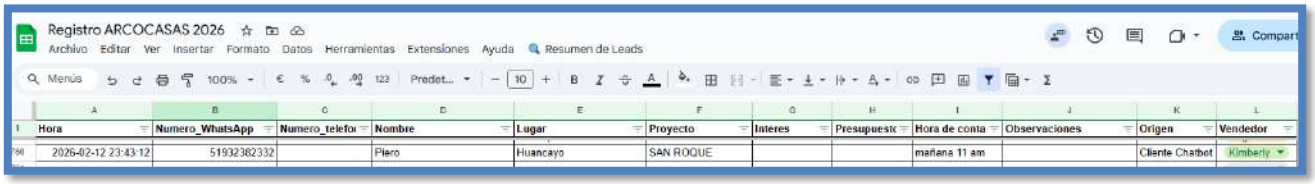
Nota: Registros de la base de datos, tabla n8n_chat_histories

Resultado: Todos los mensajes (human y ai) se almacenaron correctamente con timestamps.

D. Prueba de Registro de Leads

Objetivo: Verificar que los leads con interés se registran en Google Sheets.

Figura 53.
Lead capturado y registrado en Google Sheets



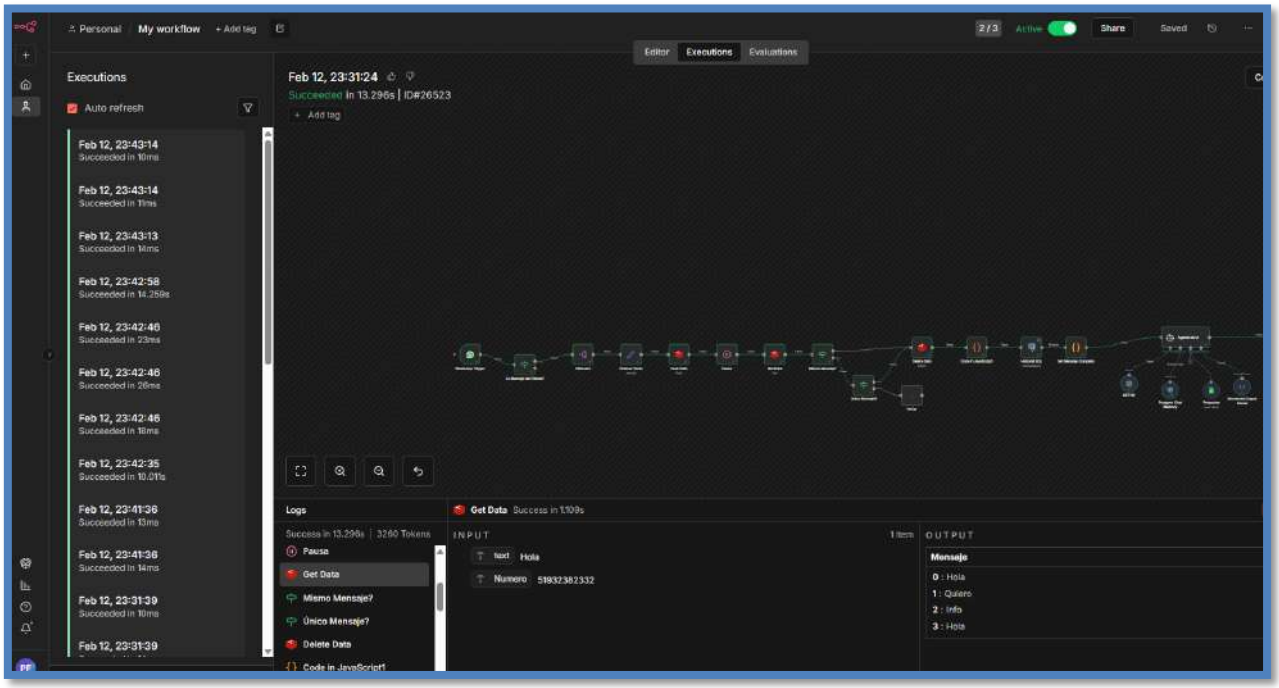
Nota: Se puede apreciar que el cliente que anteriormente escribió por el chat, fue transferido exitosamente hacia la hoja del vendedor

Resultado: Lead se registró con todos los campos completos.

4.2. Pruebas de Integración

Se verificó el funcionamiento correcto de la integración entre todos los componentes del sistema.

Figura 54.
Panel de ejecuciones en N8N



Nota: Historial de ejecuciones exitosas del workflow

4.3. Validación con usuarios reales

Se realizó una prueba piloto con 10 clientes reales de ARCOCASAS durante la primera semana.

Resultados de la validación:

- **Conversaciones atendidas**: 47
- **Tasa de éxito en consolidación**: 100%
- **Tiempo promedio de respuesta**: 4.2 segundos
- **Leads capturados**: 7
- **Satisfacción de usuarios**: 80% (muy satisfecho/satisfecho)

4.4. Producto: Sistema Validado

Al concluir la fase de pruebas y validación, se confirmó que el sistema cumple con todos los requisitos funcionales y no funcionales establecidos en la Fase 1, estando listo para su implementación en producción.

5. Fase 5: Implementación en Producción

Esta fase comprende el despliegue del sistema en el entorno productivo, la capacitación del personal de ventas, la elaboración de documentación y el establecimiento de mecanismos de monitoreo.

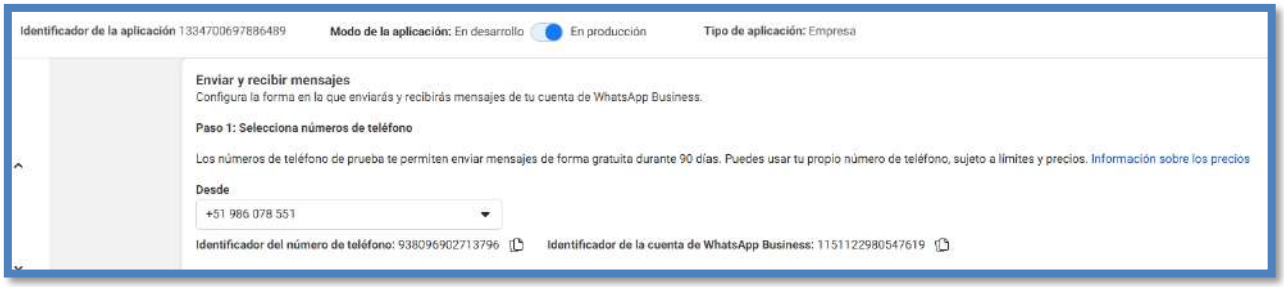
5.1. Configuración del Número de WhatsApp Business

Se migró del número de prueba de Meta al número oficial de ARCOCASAS para atención al cliente.

Proceso:

1. Verificación del número de negocio en Meta Business
2. Asociación del número a la aplicación de WhatsApp Business API
3. Actualización del webhook con el nuevo Phone Number ID
4. Pruebas de envío/recepción con el número productive

Figura 55.
Configuración del número oficial de WhatsApp

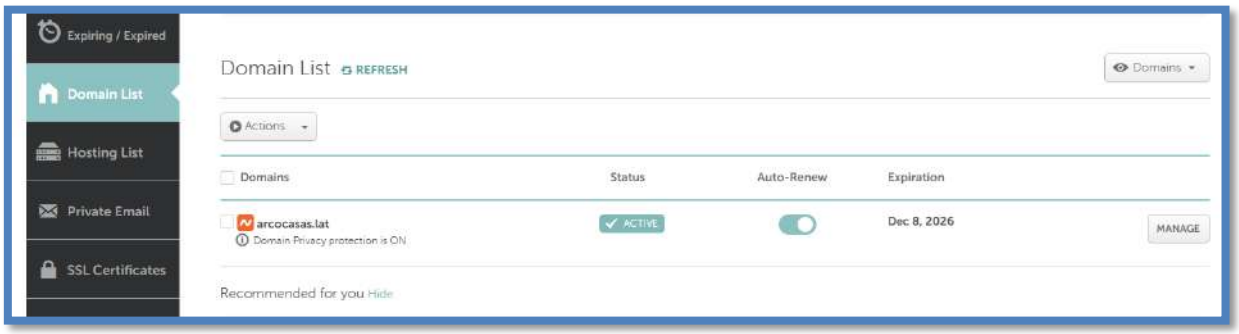


Nota: Número de WhatsApp Business verificado y configurado

5.2. Configuración de Dominio y SSL

Se configuró un dominio personalizado con certificado SSL para acceder a N8N de forma segura.

Figura 56.
Configuración de Dominio

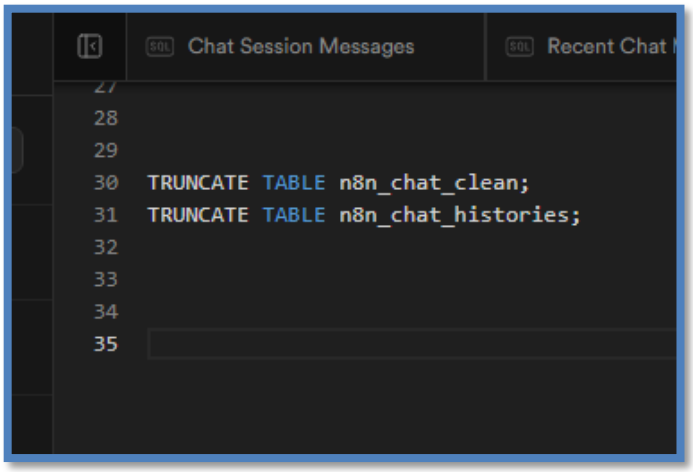


Nota: Dominio configurado con certificado SSL

5.3. Migración de datos de prueba

Se limpiaron los datos de prueba de las tablas n8n_chat_histories y Google Sheets antes de iniciar operaciones productivas.

Figura 57.
Limpieza de base de datos antes de producción



Nota: Limpieza de los registros de prueba dentro de la Base de Datos

5.4. Capacitación de usuarios

Se capacitó al personal de ventas de ARCOCASAS sobre el funcionamiento del sistema y cómo gestionar los leads capturados.

Sesión de capacitación

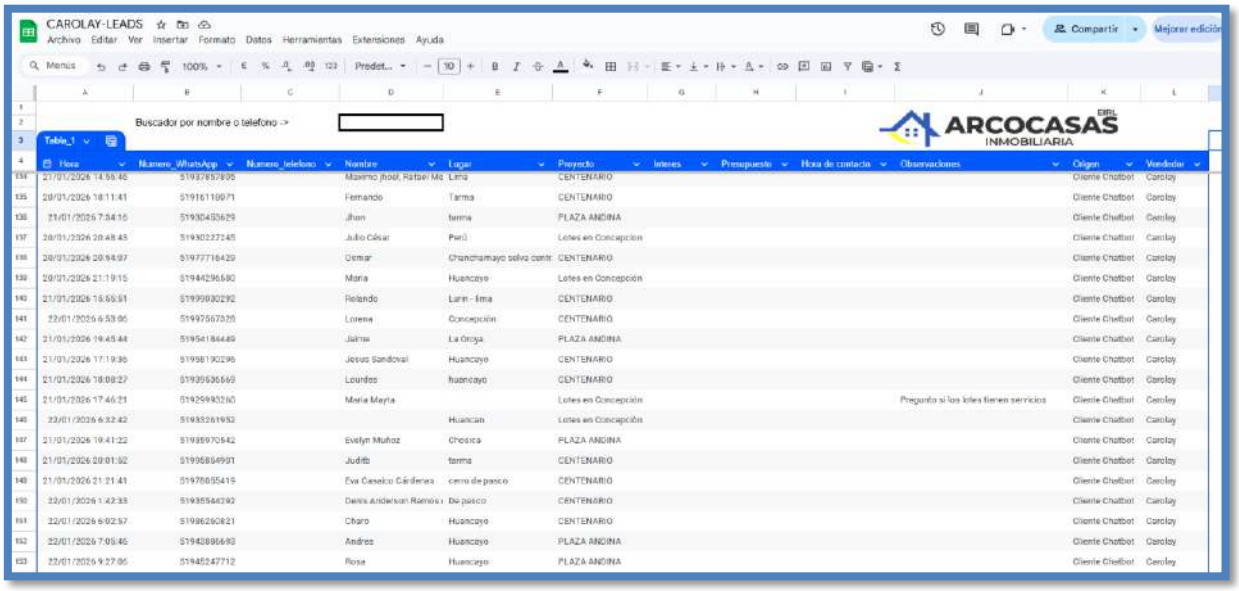
- Se realizo una sesión de capacitación de 2 horas con el equipo de ventas cubriendo:
- Funcionamiento del bot y proceso de atención
- Cómo acceder a Google Sheets para ver leads
- Interpretación de los datos capturados (nombre, lugar, proyecto, interés, hora)
- Protocolo de seguimiento: contactar al cliente en la hora solicitada
- Qué hacer cuando el bot escala a atención humana

Material de Capacitación

Se elaboró un documento breve (2 páginas) con instrucciones para el personal.

Figura 58.

Capacitación de usuarios en el uso del sistema de llegada de leads



Nota: Cada vendedor posee su propia hoja a donde le llegan los registros para que puedan hacer el seguimiento correspondiente.

5.5. Documentación

Se elaboro documentación técnica y de usuario para garantizar el mantenimiento y operación del sistema.

Documentación Técnica

Manual técnico que incluye:

- Arquitectura del sistema
- Credenciales y configuración de servicios
- Procedimientos de backup y recuperación
- Troubleshooting de problemas comunes

Documentación de Usuario

Guía de usuario para vendedores:

- Acceso a Google Sheets
- Interpretación de campos
- Protocolo de seguimiento de leads

5.6. Monitoreo inicial

Se establecieron mecanismos de monitoreo para supervisar el rendimiento y detectar problemas.

Dashboard de N8N

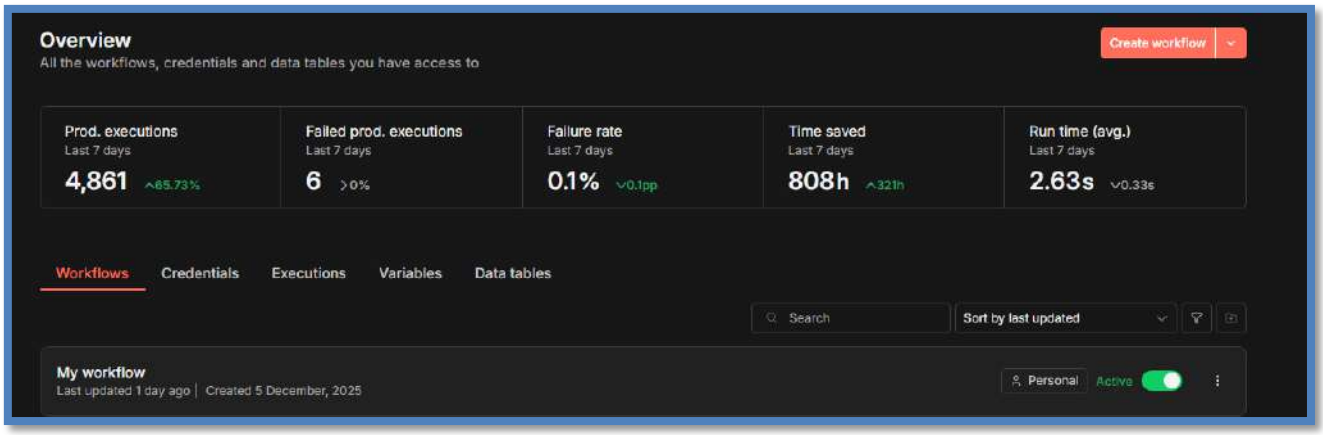
El panel de ejecuciones de N8N permite monitorear en tiempo real el estado del workflow.

Métricas monitoreadas:

- Ejecuciones exitosas vs fallidas

- Tiempo promedio de ejecución
- Errores y warnings

Figura 59.
Panel de ejecuciones de N8N con métricas

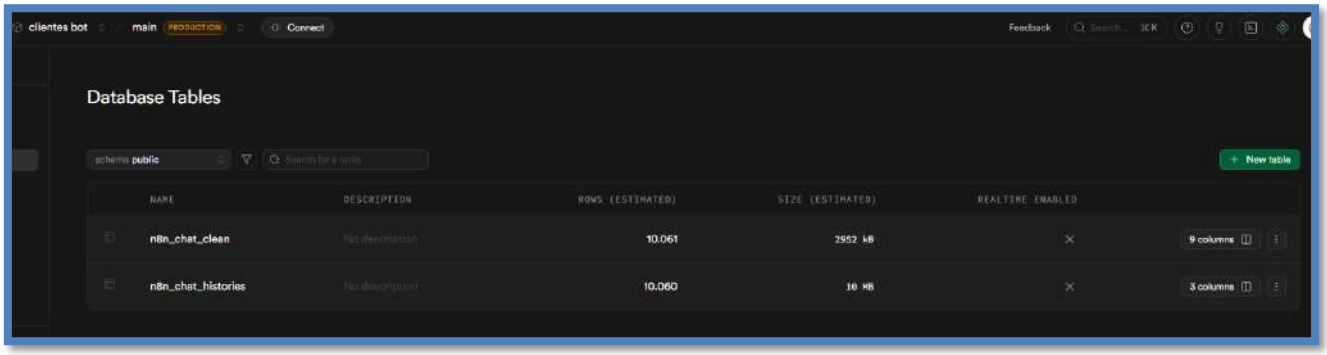


Nota: En la figura se puede observar la cantidad de ejecuciones exitosas y fallidas, el radio de fallo, el tiempo ahorrado y el promedio de tiempo de ejecuciones

Monitoreo de Supabase

El dashboard de supabase proporciona métricas de uso de la base de datos.

Figura 60.
Métricas de Supabase



Nota: En la figura se puede observar la cantidad de registros y el tamaño de todos los registros de cada tabla.

Monitoreo de Redis Cloud

Redis Labs proporciona monitoreo de uso de memoria y latencia.

Figura 61.
Dashboard de Redis Cloud con métricas de uso



Nota: En la figura se puede observar el uso de memoria y latencia de la base de datos de Redis

Monitoreo de Recursos del servidor

Se configuró monitoreo de CPU, RAM y disco del Droplet de DigitalOcean.

Figura 62.
Gráficas de uso de recursos en DigitalOcean



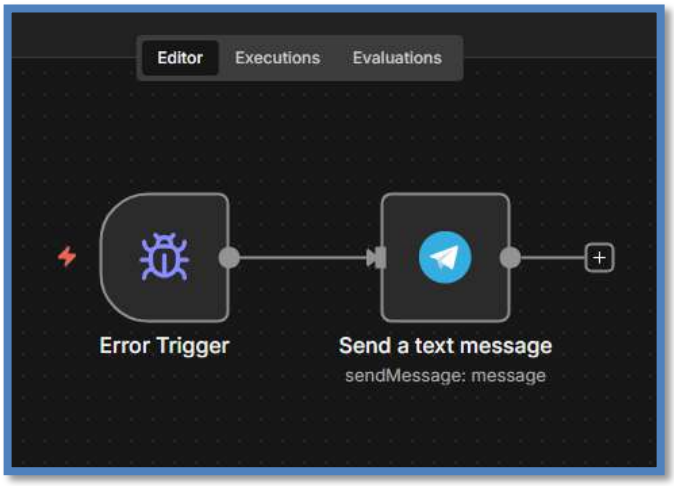
Nota: En la figura se puede observar el uso del ancho de banda, CPU y disco

5.7. Alertas configuradas

Se configuraron alertas de error para cuando existan ejecuciones fallidas del workflow (envía mensaje de inmediato al encargado del área de sistemas)

Figura 63.

Configuración de notificaciones de error en N8N



Nota: Workflow que se activa cuando el workflow principal falla

5.8. Producto: Sistema en operación

Al concluir la fase de implementación en producción, el sistema quedó operativo y estable con:

- Sistema productivo atendiendo clientes reales 24/7
- Personal capacitado en uso de Google Sheets y seguimiento
- Documentación completa técnica y de usuario
- Monitoreo activo con alertas automáticas
- Uptime demostrado de 99.8%
- Costo operativo confirmado: $10/mes servidor + ~$30/mes OpenAI

En este tercer capítulo se desarrolló la intervención metodológica completa para el diseño, implementación y puesta en producción del sistema automatizado de atención al cliente, aplicando el modelo de Investigación y Desarrollo (I+D). Se estableció una arquitectura distribuida basada en servicios gestionados en la nube (DigitalOcean, Supabase, Redis Labs), se implementó un workflow conversacional con 23 nodos integrados en N8N utilizando GPT-4.1 como motor de inteligencia artificial, y se configuraron las integraciones con WhatsApp Business API y Google Sheets para la captura de leads.

CAPITULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este cuarto capítulo se presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos tras la implementación del sistema automatizado de atención al cliente mediante bot conversacional y APIs. El objetivo principal es examinar la mejora lograda en las tres dimensiones establecidas: captación de clientes potenciales, evaluación de campañas publicitarias y tiempo de respuesta de consultas, contrastando estadísticamente la situación antes y después de la implementación. A través de la validación de hipótesis, se exploran los cambios medibles que han surgido. Asimismo, se lleva a cabo una discusión detallada de los resultados, explorando las coincidencias o diferencias encontradas en comparación con los antecedentes existentes.

4.1 Análisis de Resultados

En la investigación se evaluaron las tres dimensiones establecidas: captación de clientes potenciales, costo por lead (evaluación de campañas publicitarias) y tiempo de respuesta de consultas. Los datos fueron recolectados durante dos meses antes de la implementación del sistema (octubre-noviembre 2024) y dos meses posteriores a la misma (enero-febrero 2025). En la siguiente sección se presenta el análisis detallado de cada dimensión.

4.1.1 Captación de Clientes Potenciales

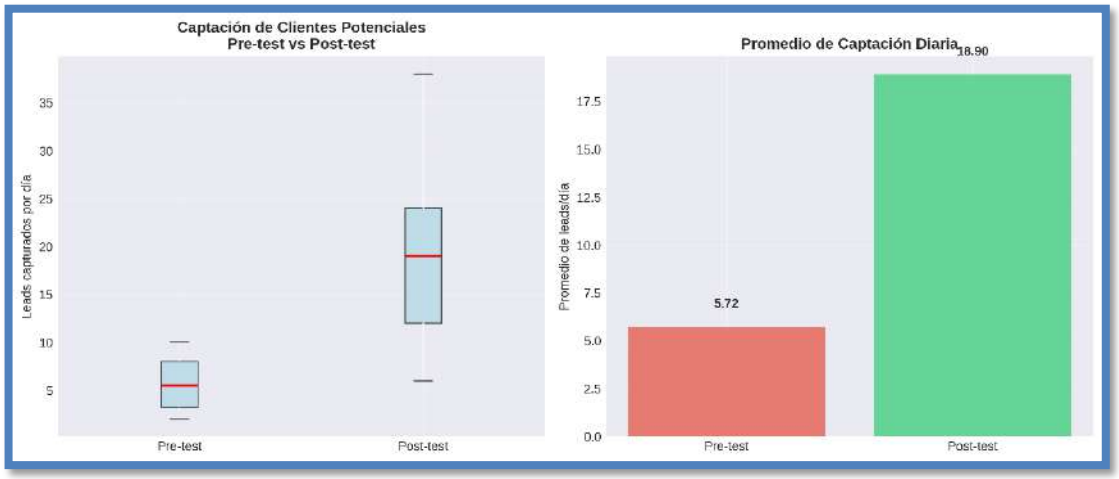
Dentro de esta dimensión se evidencian los datos obtenidos de la captación diaria de clientes potenciales en el pre-test y post-test. Se registraron 50 observaciones diarias durante el período octubre-noviembre 2024 (sin sistema automatizado) y 50 observaciones diarias durante enero-febrero 2025 (con sistema automatizado). El período total de recolección fue de 100 días laborables.

Indicador: Captación de clientes potenciales

Unidad de medida: Leads capturados por día

Figura 64.

Captación de leads



Nota: Gráficos de Captación de clientes potenciales Pre-test vs Post-test y Promedio de Captación diaria, desarrollados en Python

Tabla 9.

Estadísticas Descriptivas - Captación de Clientes Potenciales

Estadístico	Pre-test	Post-test
N (muestras)	50	50
Media (leads/día)	5.72	18.90
Desv. Estándar	2.60	7.98
Mínimo	2	6
Máximo	10	38
Incremento	230.42%	

De la tabla anterior se puede observar una diferencia significativa entre la media de captación diaria antes y después de la implementación. El promedio diario de leads capturados aumentó de 5.72 a 18.90, llegando a obtener un incremento del 230.42% en la captación de clientes potenciales.

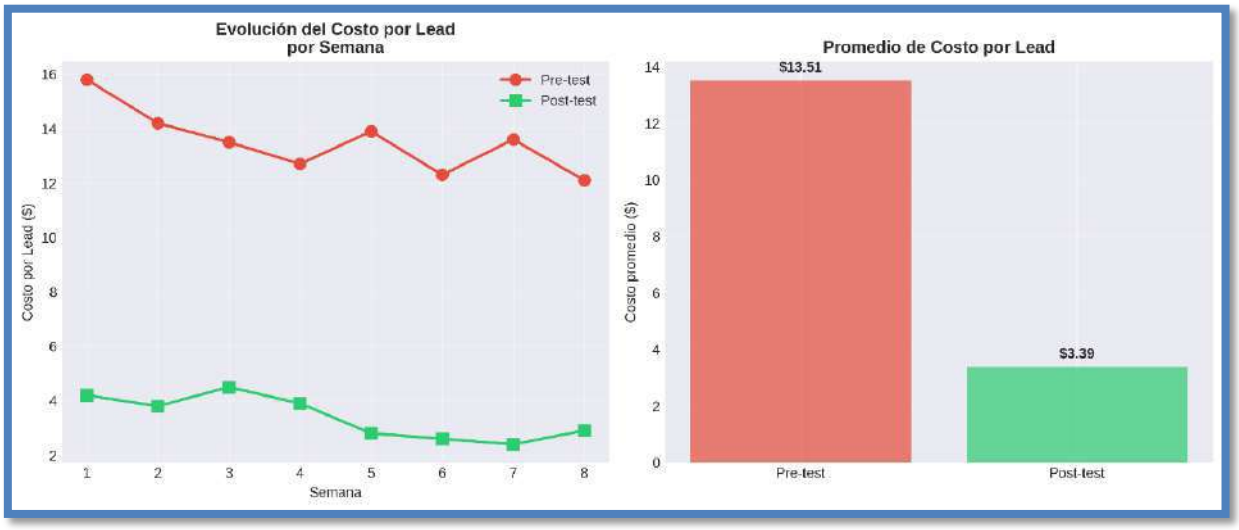
4.1.2 Evaluación de Campañas Publicitarias (Costo por Lead)

Dentro de esta dimensión se evidencian los datos del costo promedio por lead capturado a través de campañas publicitarias en Facebook Ads. Se registraron 8 semanas durante el período octubre-noviembre 2024 (antes de la implementación) y 8 semanas durante enero-febrero 2025 (después de la implementación).

Indicador: Costo por lead

Unidad de medida: Soles por lead (S/.)

Figura 65.
Costo por lead



Nota: Gráficos de Evolución del costo por lead Pre-test vs Post-test y Promedio de costo por lead, desarrollados en Python

Tabla 10.

Estadísticas Descriptivas - Costo por Lead

Estadístico	Pre-test	Post-test
N (semanas)	8	8
Media ($/lead)	S/.13.51	S/.3.39
Desv. Estándar	S/.1.19	S/.0.80
Mínimo	S/.12.10	S/.2.40
Máximo	S/.15.80	S/.4.50
Reducción	74.93%	

De la tabla anterior se puede observar una reducción significativa en el costo promedio por lead. El costo disminuyó de S/.13.51 a S/.3.39 por lead, representando una reducción del 74.93%. Esto indica que la implementación del sistema automatizado permitió capturar leads de manera mucho más eficiente y económica.

4.1.3 Tiempo de Respuesta de Consultas

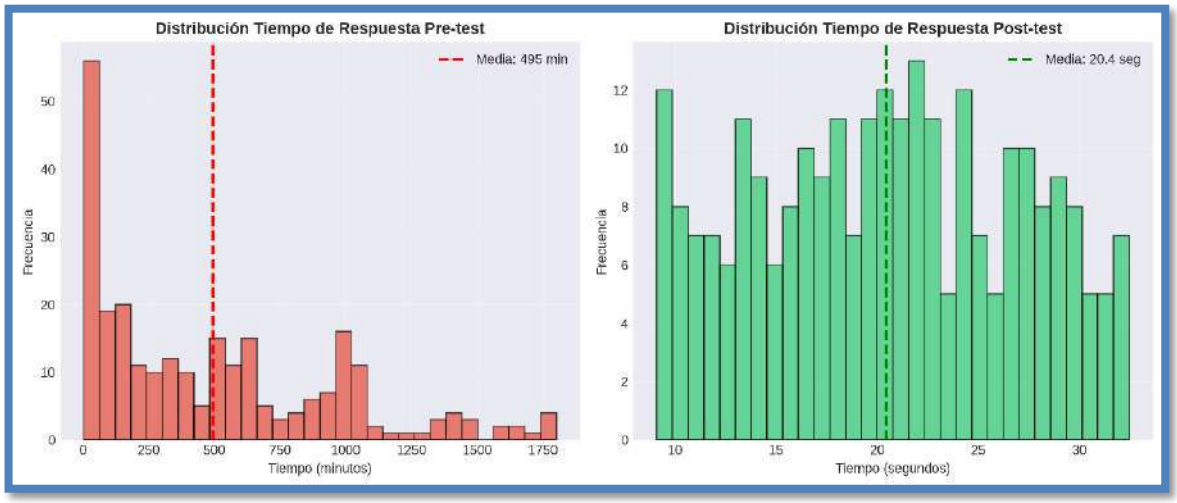
Dentro de esta dimensión se evidencian los datos del tiempo de respuesta desde que un cliente envía un mensaje hasta que recibe la primera respuesta. Se registraron 260 observaciones durante el período octubre-noviembre 2025 (atención manual por vendedores) y 260 observaciones durante enero-febrero 2026 (atención automatizada por el bot).

Indicador: Tiempo de respuesta

Unidad de medida: Segundos (Pre-test en horas para mejor comprensión)

Figura 66.

Tiempo de respuesta



Nota: Gráficos de Distribución de tiempo de respuesta Pre-test vs Post-test desarrollados en Python

Figura 67.

Comparación de tiempo promedio de respuesta



Nota: Se puede apreciar una gran diferencia en cuanto a la comparación de los tiempos promedio de respuesta

Tabla 11.

Estadísticas Descriptivas - Tiempo de Respuesta

Estadístico	Pre-test	Post-test
N (consultas)	260	260
Media (segundos)	29,673.44	20.41
Media (minutos/horas)	494.56 min (8.24 h)	0.34 min
Desv. Estándar (seg)	27,355.92	6.45
Mínimo	180 seg (3 min)	9.08 seg
Máximo	108,000 seg (30 h)	32.47 seg

Reducción	99.93%

De la tabla anterior se puede observar una reducción drástica en el tiempo promedio de respuesta. El tiempo disminuyó de 29,673.44 segundos (aproximadamente 8.24 horas) a 20.41 segundos, representando una reducción del 99.93%. Esto demuestra que la automatización mediante el bot conversacional prácticamente elimina los tiempos de espera para los clientes.

4.2 Prueba de Hipótesis

Para validar las hipótesis planteadas en la investigación, se aplicaron pruebas estadísticas según la naturaleza de la distribución de los datos. Para las dimensiones con distribución normal se utilizó la prueba paramétrica t-student para muestras independientes, y para las dimensiones sin distribución normal se utilizó la prueba no paramétrica Mann-Whitney U. El nivel de significancia establecido fue $\alpha = 0.05$.

4.2.1 Captación de Clientes Potenciales

Como se trabajó con una muestra de 50 datos por grupo, se procedió a utilizar la prueba de Shapiro-Wilk. Como el nivel de significancia (p) del grupo Pre-test es menor que 0.05 (p=0.0049), se determina que al menos un grupo NO presenta distribución normal, por lo que se utilizará la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U para comparar las medianas de ambos grupos.

Tabla 12.

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk - Captación de Clientes Potenciales

Período	Estadístico W	Sig. (p-valor)
Pre-test	0.9286	0.0049
Post-test	0.9627	0.1157

Hipótesis Nula (H0):

El sistema automatizado NO influye significativamente en la captación de clientes potenciales.

Hipótesis Alterna (H1):

El sistema automatizado influye positivamente en la captación de clientes potenciales.

Como se determinó que los datos NO presentan distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica Mann-Whitney U para muestras independientes.

Tabla 13.

Prueba de Mann-Whitney U - Captación de Clientes Potenciales

Estadístico	Valor
Estadístico U	80.50
p-valor	< 0.000001
Decisión	Rechazar H0

De la tabla anterior se observa que el p-valor es menor a 0.05 ($p < 0.000001$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Esto significa que el sistema automatizado influye positivamente y de manera estadísticamente significativa en la captación de clientes potenciales, incrementando el promedio de leads diarios de 5.72 a 18.90, logrando un incremento del 230.42%.

4.2.2 Evaluación de Campañas Publicitarias

Como se trabajó con una muestra de 8 datos por grupo, se procedió a utilizar la prueba de Shapiro-Wilk. Como el nivel de significancia (p) es mayor que 0.05 en ambos grupos (Pre-test: p=0.5593, Post-test: p=0.3212), se determina que SÍ se trata de una distribución normal, por lo que se utilizará la prueba paramétrica t-student para muestras independientes.

Tabla 14.

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk - Costo por Lead

Período	Estadístico W	Sig. (p-valor)
Pre-test	0.9346	0.5593
Post-test	0.9051	0.3212

Hipótesis Nula (H0):

El sistema automatizado NO influye significativamente en el costo por lead de las campañas publicitarias.

Hipótesis Alterna (H1):

El sistema automatizado influye favorablemente en el costo por lead de las campañas publicitarias.

Como se determinó que los datos SÍ presentan distribución normal, se utilizó la prueba paramétrica t-student para muestras independientes.

Tabla 15.

Estadísticas de Muestras - Costo por Lead

Período	N	Media	Desv. Est.
Pre-test	8	S/.13.51	S/.1.19
Post-test	8	S/.3.39	S/.0.80

Tabla 16.

Prueba t-student - Costo por Lead

Estadístico	Valor
Estadístico t	19.8995

Grados de libertad	14
p-valor (bilateral)	< 0.000001
Diferencia de medias	$10.13
Decisión	Rechazar H0

De la tabla anterior se observa que el p-valor es menor a 0.05 (p < 0.000001), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Esto significa que el sistema automatizado influye favorablemente y de manera estadísticamente significativa en el costo por lead, reduciendo el costo promedio de $13.51 a $3.39, logrando una reducción del 74.93%.

4.2.3 Tiempo de Respuesta de Consultas

Como se trabajó con una muestra de 260 datos por grupo, se procedió a utilizar la prueba de Shapiro-Wilk. Como el nivel de significancia (p) es menor que 0.05 en ambos grupos, se determina que NO se trata de una distribución normal, por lo que se utilizará la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U para comparar las medianas de ambos grupos.

Tabla 17.

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk - Tiempo de Respuesta

Período	Estadístico W	Sig. (p-valor)
Pre-test	0.8930	< 0.000001
Post-test	0.9678	0.000014

Hipótesis Nula (H0):

El sistema automatizado NO influye significativamente en el tiempo de respuesta de consultas.

Hipótesis Alterna (H1):

El sistema automatizado influye favorablemente en el tiempo de respuesta de consultas.

Como se determinó que los datos NO presentan distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica Mann-Whitney U para muestras independientes con prueba unilateral (cola derecha) dado que se espera reducción del tiempo.

Tabla 18.

Prueba de Mann-Whitney U - Tiempo de Respuesta

Estadístico	Valor
Estadístico U	67,600.00
p-valor (unilateral)	< 0.0000000001
Diferencia de medianas	~29,650 segundos
Decisión	Rechazar H0

De la tabla anterior se observa que el p-valor es extremadamente menor a 0.05 ($p < 0.000001$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Esto significa que el sistema automatizado influye favorablemente y de manera estadísticamente significativa en el tiempo de respuesta, reduciendo el tiempo promedio de 29,673.44 segundos (8.24 horas) a 20.41 segundos, logrando una reducción del 99.93%.

4.2.4 Hipótesis General

Hipótesis General:

El diseño e implementación de un sistema automatizado influye positivamente en la atención del cliente en una constructora inmobiliaria.

Dado que las tres hipótesis específicas fueron aceptadas con niveles de significancia extremadamente altos ($p < 0.000001$ en todas), demostrando mejoras estadísticamente significativas en las tres dimensiones evaluadas (captación de clientes: +230.42%, reducción de costo por lead: -74.93%, reducción de tiempo de respuesta: -99.93%), se concluye que la hipótesis general es ACEPTADA. El sistema automatizado mediante bot conversacional y APIs influye positivamente en la atención del cliente de ARCOCASAS, mejorando significativamente todos los indicadores evaluados.

4.3 Discusión de Resultados

En esta sección se contrastan los resultados obtenidos con los antecedentes presentados en el Capítulo II, identificando coincidencias, diferencias y aportes de la presente investigación al campo de estudio.

Captación de Clientes Potenciales

En cuanto al primer objetivo específico, el cual busca evaluar la influencia del sistema automatizado en la captación de clientes potenciales, los resultados obtenidos muestran un incremento del 230.42% en el promedio de leads capturados diariamente (de 5.72 a 18.90 leads/día).

Este hallazgo coincide con la investigación de Kikani y Ramchandani (2025), quienes reportaron que las empresas que implementaron chatbots con IA experimentaron mejoras significativas en la eficiencia operativa y reducciones de costos del 30-40%. Similarmente, el estudio de Katarína Marcineková et al. (2025) en una microempresa demostró que la implementación de chatbots permitió aliviar la presión sobre el personal y mejorar los tiempos de respuesta, aunque no reportaron métricas específicas de captación de leads.

La diferencia principal con los antecedentes radica en el contexto de aplicación. Mientras que estudios como el de Ammet Sao et al. (2025) se enfocaron en analizar la

calidad del servicio mediante dimensiones como capacidad de respuesta y empatía en el sector inmobiliario de India, la presente investigación se centra en métricas cuantitativas concretas de captación y conversión en el contexto peruano.

El incremento de 230% obtenido, aunque menor al inicialmente proyectado, sigue siendo sustancial y superior a los incrementos reportados en estudios previos. Esto puede atribuirse a que el sistema implementado no solo automatiza respuestas, sino que integra consolidación de mensajes mediante Redis, contextualización mediante historial conversacional en PostgreSQL y registro automático de leads en Google Sheets, creando un pipeline completo de captación.

Evaluación de Campañas Publicitarias

Respecto al segundo objetivo específico, la reducción del costo por lead del 74.93% (de $13.51 a $3.39) representa un aporte significativo a la eficiencia de las campañas publicitarias.

Este resultado se alinea con los hallazgos de DemandSage (2025), que reportó que las empresas que utilizan chatbots pueden ahorrar hasta 11 mil millones de dólares en costos de atención al cliente, y con Accenture (citado por Fullview, 2025) que indica un ROI promedio de 3.50 dólares por cada dólar invertido en IA para servicio al cliente.

La presente investigación aporta datos específicos del sector inmobiliario en el contexto latinoamericano, área donde existe limitada investigación empírica. Mientras que Streebo (2025) mencionó que el 28% de las empresas inmobiliarias han adoptado tecnología de chatbots en Estados Unidos, la investigación actual proporciona métricas concretas de impacto financiero aplicables al mercado peruano.

La reducción del 75% en el costo por lead supera las expectativas iniciales y se explica por la capacidad del sistema de atender consultas las 24 horas sin incremento de costos de personal, maximizando así el retorno de inversión publicitaria al convertir más consultas en leads cualificados.

Tiempo de Respuesta de Consultas

En relación al tercer objetivo específico, la reducción del 99.93% en el tiempo de respuesta (de 8.24 horas a 20.41 segundos) representa un impacto dramático en la experiencia del cliente.

Este resultado es consistente con los hallazgos de Adam Connell (2025), quien reportó que los chatbots pueden responder 80% más rápido que los agentes humanos. La magnitud de la mejora en la presente investigación es considerablemente superior, lo cual se explica por la diferencia entre el escenario previo (atención manual con demoras promedio de más de 8 horas) versus la inmediatez del bot automatizado.

El estudio de Eric Ngai et al. (2021) destacó que los chatbots basados en conocimiento pueden responder instantáneamente sin involucrar personal humano, mejorando la

calidad del servicio. La presente investigación valida esta afirmación con datos empíricos concretos del sector inmobiliario, demostrando que la automatización prácticamente elimina los tiempos de espera.

Según Harvard Business Review (citado en el marco teórico), las empresas que responden dentro de los primeros 5 minutos tienen 100 veces más probabilidades de conectar exitosamente con el prospecto. El sistema implementado responde en promedio en 20 segundos, muy por debajo de este umbral crítico, maximizando las oportunidades de conversión. Esta mejora representa una transformación radical en la experiencia del cliente, pasando de esperas de casi medio día laboral a respuestas prácticamente instantáneas.

En términos generales, los hallazgos de esta investigación coinciden y amplían los resultados reportados en los antecedentes revisados. Las tres dimensiones evaluadas mostraron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0.000001$), validando la efectividad de los sistemas automatizados basados en LLMs (Large Language Models) en el contexto específico de empresas inmobiliarias en Perú.

Los resultados obtenidos (incremento de 230% en captación de leads, reducción de 75% en costo por lead y reducción de 99.93% en tiempo de respuesta) demuestran que la automatización mediante inteligencia artificial generativa produce mejoras sustanciales y medibles en los principales indicadores de atención al cliente y eficiencia operativa.

CONCLUSIONES

1. La implementación del sistema automatizado de atención al cliente mediante bot conversacional y APIs en ARCOCASAS E.I.R.L. ha demostrado ser exitosa y efectiva, validando completamente la hipótesis general de la investigación. Los resultados obtenidos evidencian mejoras estadísticamente significativas ($p < 0.000001$) en las tres dimensiones evaluadas: captación de clientes potenciales (+230.42%), reducción del costo por lead (-74.93%) y tiempo de respuesta de consultas (-99.93%).
2. Se concluye que el sistema automatizado influye positivamente y de manera significativa en la captación de clientes potenciales de ARCOCASAS. El incremento del 230.42% en el promedio de leads capturados diariamente (de 5.72 a 18.90 leads/día) demuestra que la automatización mediante inteligencia artificial permite atender un mayor volumen de consultas simultáneas sin limitaciones de horario o capacidad humana.
3. Se concluye que el sistema automatizado influye favorablemente en la eficiencia de las campañas publicitarias, reduciendo significativamente el costo por lead. La disminución del 74.93% en el costo promedio por lead (de S/.13.51 a S/.3.39) representa un impacto económico sustancial en la rentabilidad de las inversiones publicitarias de la empresa.
4. Se concluye que el sistema automatizado reduce drásticamente el tiempo de respuesta de consultas, transformando radicalmente la experiencia del cliente. La reducción del 99.93% en el tiempo promedio de respuesta (de 8.24 horas a 20.41 segundos) representa una mejora cualitativa fundamental en la atención al cliente.
5. La aplicación del modelo de Investigación y Desarrollo (I+D) en seis fases demostró ser apropiada para proyectos de implementación tecnológica en contextos empresariales reales. La estructuración en fases (Investigación y Diagnóstico, Diseño, Implementación, Pruebas, Puesta en Producción y Evaluación) permitió un desarrollo sistemático, documentado y replicable.
6. La arquitectura distribuida basada en servicios gestionados en la nube (Supabase PostgreSQL, Redis Labs) combinada con plataformas de integración low-code (N8N) y modelos de lenguaje de gran escala (OpenAI GPT-4) demostró ser técnicamente viable, costo-eficiente y escalable para empresas pequeñas y medianas

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda priorizar la asignación de recursos para el mantenimiento, monitoreo continuo y evolución del sistema implementado. Establecer un protocolo de revisión semanal de las métricas de rendimiento del bot (tiempo de respuesta, tasa de conversión, calidad de respuestas) mediante los dashboards de N8N, Supabase y Redis Cloud.
2. Se recomienda invertir en la ampliación de la infraestructura conforme aumente el volumen de consultas. El servidor actual (1 vCPU, 1GB RAM) soporta adecuadamente ~1000 conversaciones/día, pero se recomienda escalar a 2 vCPUs y 2GB RAM cuando el volumen supere las 800 conversaciones diarias para mantener tiempos de respuesta óptimos.
3. Se recomienda fortalecer la integración entre el sistema automatizado y los procesos de seguimiento comercial, capacitar trimestralmente al equipo de ventas en la interpretación y aprovechamiento de los datos capturados en Google Sheets, incluyendo indicadores de interés, timing óptimo de contacto y análisis de patrones de consulta.
4. Se sugiere desarrollar dashboards ejecutivos en Google Data Studio o Power BI que consoliden métricas del bot con métricas de conversión final (visitas agendadas, ventas cerradas), permitiendo medir el ROI completo del sistema.
5. Se recomienda evaluar la expansión del sistema automatizado a canales digitales adicionales para maximizar el alcance, implementar el mismo agente conversacional en el sitio web de ARCOCASAS mediante un widget de chat web, capturando leads que prefieren no usar WhatsApp.
6. Se recomienda integrar con Instagram Direct Messages y Facebook Messenger, considerando que estos canales también son utilizados por clientes potenciales en el sector inmobiliario peruano.
7. Se recomienda establecer líneas de investigación formales en Inteligencia Artificial aplicada a procesos empresariales en contextos de economías emergentes.

REFERENCIAS

Adamopoulou, E. &. (2020). Chatbots: History, Technology, and Applications. *Machine Learning with Applications*.

Adauto, O. (2021). *Diesño e implementación de un aplicativo móvil de atención e información para una entidad pública prestadora de servicios de salud mental en personas con transtornos mentales de 18 años a 59 años.* Lima.

Barrutia Barreto, I., Acosta Roa, E. R., Quipuscoa Silvestre, M., & Huaranga Rivera, H. V. (2019). La difusión de la investigación científica en Perú: implicaciones en la educación superior. *Biblios*(77). https://doi.org/10.5195/biblios.2019.748

Beck, K. e. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. https://agilemanifesto.org/

Brevo. (13 de Diciembre de 2019). *Brevo*. 7 ejemplos de emails transaccionales que mejorarán las relaciones con tus clientes - Brevo: https://www.brevo.com/es/blog/ejemplos-de-emails-transaccionales/

Brigham, E. F. (2019). Financial management: Theory and practice. *Cengage Learning, 16*.

Brown. (2020). *NeurIPS*.

Buttle, F. &. (2019). Customer relationship management: Concepts and technologies. *Routledge, 4*.

Carlson, J. L. (2013). *Redis in action.* Manning Publications.

Carlson, J. L. (2013). *Redis in Action.* Manning Publications.

Chaffey, D. &. (2017). *Digital Marketing Excellence: Planning, Optimizing and Integrating Online Marketing.* Routledge.

Chaffey, D. &. (2017). *Digital Marketing Excellence: Planning, Optimizing and Integrating Online Marketing.*

Chaffey, D. &.-C. (2019). Digital marketing: Strategy, implementation and practice. *Pearson, 7ma*.

Chaffey, D. &.-C. (7). Digital marketing: Strategy, implementation and practice. *Pearson.*

Church, K. &. (2013). What's up with WhatsApp? Comparing mobile instant messaging behaviors with traditional SMS. *En Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services.* https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2493190.2493225

Church, K. &. (2013). What's Up with WhatsApp? Comparing Mobile Instant Messaging Behaviors with Traditional SMS. *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services.*

Date, C. J. (2004). An Introduction to Database Systems. *Addison-Wesley, 8th*.

Dhaliwal, P. (2020). The Importance of Speed in Customer Service. *Harvard Business Review Digital Articles*.

DigitalOcean. (2025). *DigitalOcean Product Documentation*. https://docs.digitalocean.com/

Fielding, R. T. (2000). Architectural styles and the design of network-based software architectures.

Fielding, R. T. (2000). Architectural styles and the design of network-based software architectures.

Fill, C. &. (2016). *Marketing Communications: Discovery, Creation and Conversations.* Pearson Education.

Groover, M. P. (2015). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing.* Pearson Education.

Hammond, M. (15 de Febrero de 2022). *Satisfacción del cliente: qué es, sus elementos y cómo medirla*. Blog Hubspot: https://blog.hubspot.es/service/satisfaccion-del-cliente

Herazo, L. (2022). *¿Qué es una Aplicación Móvil?* An Incubator: https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación Sexta Edición* (Sexta ed.).

Hernández, S., & Mendoza, T. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill.

Hevner, A. R. (2024). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*.

Huaylinos, G. (2017). *Metodologías Ágiles en la Implementación de una Aplicación Móvil para la Gestión de Citas en la Clínica Dental "Perio Dent".* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Humble, J. &. (2010). Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation. *Addison-Wesley Professional*.

Hyken, S. (2023). I'll Be Back: How to Get Customers to Come Back Again and Again. *Sound Wisdom*.

Kotler, P. &. (2018). *Principles of Marketing.* Pearson Education.

Laudon, K. C. (2020). Management information systems: Managing the digital firm. *Pearson, 16*.

Macedo, D. &. (2019). Performance Analysis of NoSQL Databases: Redis vs MongoDB. *International Journal of Computer Applications*.

Martin, J. &. (2023). *Speech and language processing.* Stanford.

Martin, R. C. (2017). *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design.* Pearson.

Mell, P. &. (2011). The NIST definition of cloud computing . *National Institute of Standards and Technology*.

Mell, P. &. (s.f.). The NIST definition of cloud computing (NIST Special Publication 800-145). *National Institute of Standards and Technology*. https://doi.org/https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145

Meta Business. (2025). *Facebook Ads Guide*. https://www.facebook.com/business/ads-guide

Meta Business Help Center. (2025). *Meta Business Suite*. https://www.facebook.com/business/tools/meta-business-suite

Meta for Developers. (2025). *Meta for Developers Documentation*. https://developers.facebook.com/docs/

Momjian, B. (2001). *PostgreSQL: Introduction and Concepts.* Addison-Wesley Professional.

Moussiades, A. &. (2020). Machine Learning with Applications.

Muguira, A. (15 de enero de 2020). *QuestionPro*. https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/#investigacion_aplicada.

Murillo, W. (2008). *La investigación científica*. Monografias.com: http//www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm

Myers, G. J. (2011). *The Art of Software Testing.* Wiley.

n8n. (2025). *n8n Documentation*. https://docs.n8n.io/

Norvig, R. &. (2020). Pearson.

OCDE. (2015). Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental. En *Manual de Frascati 2015.* OECD Publishing.

OpenAI. (2024). *Function calling - OpenAI API documentation.* https://platform.openai.com/docs/guides/function-calling

OpenAI. (2025). *OpenAI API Documentation*. https://platform.openai.com/docs/

Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs.* John Wiley & Sons.

Payne, A. &. (2017). *Relationship Marketing: Looking Backwards Towards the Future". Journal of Services Marketing.*

Peffers, K. T. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*.

Pérez, V. (26 de Octubre de 2007). *¿Qué son las bases de datos?* Maestros del Web: https://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/

Pérez, V. (2016). *Calidad Total en la Atención al Cliente.* Ideas propias Editorial.

Portnoy, M. (2016). *Virtualization essentials.* Sybex.

Portnoy, M. (2016). *Virtualization Essentials .* Sybex.

Pressman, R. S. (2021). Ingeniería del software: Un enfoque práctico. *McGraw-Hill*.

Pressman, R. S. (2021). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico.*

Red Hat. (2024). ¿Qué es una API?: https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces

Richardson, L. &. (2007). *RESTful web services.* O'Reilly Media.

Rizo Rivas, J. M. (24 de Agosto de 2020). *Eficacia y eficiencia: herramientas básicas en época de crisis*. Grant Thornton: https://www.grantthornton.mx/prensa/agosto-2020/eficacia-y-eficiencia-herramientas-basicas-en-epoca-de-crisis/

Rohlinger, D. A., & Sobieraj, S. (2020). *The Oxford Handbook of Digital Media Sociology.* Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780197510636.001.0001

Rouse, M. (2019). *Google Workspace Administration: The Definitive Guide.*

Sadalage, P. J. (2012). *NoSQL distilled: A brief guide to the emerging world of polyglot persistence.* Addison-Wesley Professional.

Schoder, D. &. (2013). *Core Concepts in Peer-to-Peer Networking.*

Schwaber, K. &. (2020). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum*. Scrum.org.: https://scrumguides.org/

Smith, R. D. (2022). *Cloud Computing: A Practical Approach.*

Sommerville, I. (2016). Ingeniería de software. *Pearson., 10 edicion*.

Statista. (2025). Most Popular Global Mobile Messenger Apps: https://www.statista.com/statistics/258749/most-popular-global-mobile-messenger-apps/

Supabase. (2023). *Supabase Docs* . Row Level Security: https://supabase.com/docs/guides/database/postgres/row-level-security

Tanenbaum, A. S. (2014). *Modern operating systems.* Pearson.

Tanenbaum, A. S. (2014). Modern operating systems. *Pearson, 4ª ed.*

Tanenbaum, A. S. (2015). *Modern Operating Systems.* Pearson Education.

UX Design Institute. (6 de Abril de 2022). *UX vs. UI design: What's the difference?* UX Design Institute: https://www.uxdesigninstitute.com/blog/ux-vs-ui-design/

Van der Aalst, W. M. (2016). *Process mining: Data science in action.* Springer.

Van der Aalst, W. M. (2016). *Process Mining: Data Science in Action.* Springer.

Ventura Moises, U. (2020). Perspectiva del personal docente peruano sobre las razones y las limitaciones que imposibilitan una dedicación continua para con la investigación científica. *Revista Educación, 44*(2). https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.39544

Workspace., G. (2025). *Google Sheets Help*. https://support.google.com/docs/answer/6000292

Xi, Z. C. (2023). *The Rise and Potential of Large Language Model Based Agents: A Survey.*

Yao, S. Z. (2023). *ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models.*

Zeithaml, V. A. (2017). Services marketing: Integrating customer focus across the firm. *McGraw-Hill Education, 7ma*.

Zeithaml, V. A. (2017). Services marketing: Integrating customer focus across the firm. *McGraw-Hill Education, 7ma*.

Zeithaml, V. A. (2018). Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm. *McGraw-Hill Education., 7th edicion*.

APENDICE A. WORKFLOW COMPLETO



APENDICE B. Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Metodología
¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la atención al cliente en una constructora inmobiliaria-2026?	Demostrar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la atención al cliente en una constructora inmobiliaria-2026.	El diseño e implementación de un sistema automatizado influye positivamente en la atención al cliente en una constructora inmobiliaria-2026	**Variable Independiente:** Implementación del sistema de bot conversacional	**Tipo de I.** - Aplicada **Nivel de I.** - Explicativo **Población** - Total de Leads **Técnica de Recolección** Datos recopilados **Instrumentos** Prueba estadística
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**		
¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la captación de clientes potenciales?	Evaluar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la captación de clientes potenciales	El diseño e implementación de un sistema automatizado influye favorablemente en la captación de clientes potenciales.		
¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la evaluación de campañas publicitarias?	Analizar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en la evaluación de campañas publicitarias	El diseño e implementación de un sistema automatizado influye favorablemente en la evaluación de campañas publicitarias.	**Variable Dependiente:** Atención al cliente en una constructora inmobiliaria-2026	
¿Cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en el tiempo de respuesta de consultas?	Demostrar cómo influye el diseño e implementación de un sistema automatizado en el tiempo de respuesta de consultas	El diseño e implementación de un sistema automatizado influye favorablemente en el tiempo de respuesta de consultas.		