



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ESCUELA HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**MÓDULO CRM INTELIGENTE PARA EL REGISTRO AUTOMATIZADO DE
INTERACCIONES PROVENIENTES DE MENSAJERÍA DIGITAL.**

SANTIAGO DAVID AVILA LITA

TUTOR: DARWIN MARCELO PILLO

IBARRA – ECUADOR

JULIO, 2026

Ibarra, 23 de julio del 2026

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de **INTEGRACION CURRICULAR** titulado:

MÓDULO CRM INTELIGENTE PARA EL REGISTRO AUTOMATIZADO DE INTERACCIONES PROVENIENTES DE MENSAJERÍA DIGITAL presentado por el estudiante **Santiago David Avila Lita** con cédula de ciudadanía N° **1003537931**, para obtener el Título de **Ingeniero en Tecnologías de la Información**.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

23/7/26, 8:45 Turnitin - Informe de Originalidad - TESIS AVILA LITA SANTIAGO DAVID

Turnitin Informe de Originalidad	
Procesado el: 23-jul-2026 08:31 -05 Identificador: 3002216642 Número de palabras: 33039 Entregado: 1	
TESIS AVILA LITA SANTIAGO DAVID Por SANTIAGO DAVID AVILA LITA	
Índice de similitud 6%	Similitud según fuente Fuentes de Internet: 5% Publicaciones: 1% Trabajos del estudiante: 2%

Coincidencia del < 1% (Internet desde 22-abr-2026) https://www.rootservice.org/howtos/freebsd/hosting_system/mailserver/sqamassassin/
Coincidencia del < 1% (Mohoric Kenda, Anka. "Stalno izboljševanje modela kazalnikov kakovosti zdravstva s povratno informacijo sistema e-pritozb.", Univerza v Mariboru (Slovenia), 2019) Mohoric Kenda, Anka. "Stalno izboljševanje modela kazalnikov kakovosti zdravstva s povratno informacijo sistema e-pritozb.", Univerza v Mariboru (Slovenia), 2019
Coincidencia del < 1% (Internet desde 29-nov-2022) https://www.ecrif.com/uploads/3/1/6/3/163972/ernesto_santos_thesis_ecrif.pdf
Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 18-mar-2026) Submitted to Universidad San Francisco de Quito on 2026-03-18
Coincidencia del < 1% (Internet desde 05-jul-2026) https://repositorio.consejodecomunicacion.gob.ec/bitstream/CONSEJO_REP/11845/1/REVISTA%20ENFOQUES%2015baja_compressed%20
Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 08-dic-2025) Submitted to The University of the West of Scotland on 2025-12-08
Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 01-jun-2026) Submitted to Universidad TecMilenio on 2026-06-01
Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 15-may-2026) Submitted to Universidad TecMilenio on 2026-05-15

Darwin Pillo

Firmado digitalmente por Darwin Pillo
DN: cn=Darwin Pillo, gn=Darwin Pillo, c=EC, Ecuador, o=EC, ou=PUCE Ibarra, ou=EHIC, email=pillo@puce.edu.ec
Motivo: Aprobado este documento
Ubicación: Ibarra
Fecha: 2026-07-23 12:32:05-05

(f): _____

Mcs. Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa

TUTOR DE TRABAJO

C.C.: 1003319660

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

Darwin
Pillo

Firmado digitalmente
por Darwin Pillo
DN: cn=Darwin Pillo,
gn=Darwin Pillo c=EC,
ou=PUCCE Ibarra, ou=EHIC,
o=PUCCE Ibarra, ou=EHIC,
c=EC
Motivo: Aprobó este
documento
Ubicación: Ibarra
Fecha: 2026-07-23
12:52:30-05'00'

(f):

Msc. Darwin Marcelo Pillo Guanoluiza

C.C.: 1003319660

Santiago
Quishpe
Morales

Firmado
digitalmente por
Santiago Quishpe
Morales
Fecha: 2026.07.23
12:52:30 -05'00'

(f):

Msc. Santiago Damián Quispe Morales

C.C.: 1002697223



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO ELICEO
PUSDA CHULDE

(f):

Msc. Segundo Eliceo Pusda Chulde

C.C.: 0401567938

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Santiago David Avila Lita*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilizations de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 10 julio del 2026

(f): **Santiago
Avila L.**  Firmado digitalmente por
Santiago Avila L.
Fecha: 2026.07.23
09:05:26 -05'00'

Santiago David Avila Lita

C.C.: 1003537931

AUTORIA

Yo, *Santiago David Avila Lita*, portador de la cedula de ciudadanía N° 1003537931, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

Santiago
Avila L.
(f):.....

Firmado digitalmente
por Santiago Avila L.
Fecha: 2026.07.23
09:06:04 -05'00'

Santiago David Avila Lita

C.C.: 1003537931

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza necesaria para continuar, incluso en los momentos en que el cansancio, las dudas y las dificultades parecían superar mis fuerzas.

A mi madre, María; a mi hermano, Cristian; y a Esperancita, por creer en mí. Gracias por su apoyo, entrega y cariño; por no juzgarme, por tenerme paciencia y por no poner obstáculos en este camino, sino ayudarme a hacer posible cada paso que me permitió llegar hasta aquí. Su confianza, comprensión y presencia fueron fundamentales para alcanzar este logro.

De manera muy especial, dedico este trabajo a mi padre, quien vio en mí algo que yo todavía no sabía ver. Creyó en mí cuando estaba perdido, cuando cometía errores y cuando parecía no tener claro qué hacer con mi vida. Nunca necesitó que fuera perfecto para confiar en que algún día encontraría mi camino. Aunque no pudo estar físicamente para verme llegar hasta aquí, su confianza permaneció conmigo y, muchas veces, fue una de las razones por las que decidí no rendirme. Me habría gustado compartir este momento contigo, escuchar tu voz diciéndome que lo logré y demostrarte que no estabas equivocado al creer en mí. Hoy termino una etapa que también comenzó gracias a ti. Este logro lleva tu recuerdo, tus enseñanzas y una parte de todo lo que dejaste en mí. Dondequiera que estés, espero que puedas verme y sentirte orgulloso. Lo conseguí, pa; este logro también es tuyo.

A Mayito, por decidir caminar a mi lado durante una parte importante de este proceso y por brindarme su compañía, comprensión y apoyo en los momentos buenos y difíciles. Gracias por haber hecho más llevadero este camino.

A mis demás familiares, amigos, compañeros, profesores, ingenieros y a todas aquellas personas que, aun sin haber formado parte directa de mis clases o de este proyecto, se tomaron un momento para compartir conmigo un consejo, una experiencia, una palabra de ánimo o una enseñanza. Cada persona que pasó por mi camino dejó algo valioso: una lección, un recuerdo, una ayuda o una huella que contribuyó, de alguna manera, a formar la persona que soy hoy.

A todos ellos, dedico con amor y gratitud este logro.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra por haberme brindado la formación académica, los conocimientos y las experiencias necesarias para alcanzar esta etapa de mi vida profesional.

De manera especial, agradezco a mi tutor, Msc. Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa, por su orientación, acompañamiento y disposición durante el desarrollo de este trabajo. Sus observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para encaminar el proyecto y fortalecer su contenido. Asimismo, expreso mi gratitud a los lectores, Msc. Santiago Damián Quispe Morales y Msc. Segundo Eliceo Pusda Chulde, por el tiempo dedicado a la revisión del trabajo y por sus aportes, criterios y sugerencias, los cuales contribuyeron a mejorar el resultado final.

Agradezco profundamente a STERNGROP S.A.S por abrirme sus puertas y permitirme conocer de cerca sus procesos, necesidades y forma de trabajo. La confianza depositada en mí hizo posible el desarrollo de esta propuesta tecnológica y me permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación en un contexto real.

De igual manera, agradezco a PUCETEC por brindarme la oportunidad de realizar mis pasantías y por convertirse en un espacio importante para mi crecimiento personal y profesional. Durante una etapa difícil de mi vida, encontré en las personas que forman parte de esta institución comprensión, apoyo y reconocimiento a mi esfuerzo, lo cual me permitió continuar y seguir avanzando. Agradezco a todas las personas que estuvieron dispuestas a orientarme, compartir sus conocimientos y brindarme una palabra de ánimo cuando la necesité. Esta experiencia no solo contribuyó a mi formación profesional, sino que también me permitió conocer personas valiosas y construir vínculos humanos que conservaré con especial aprecio.

Finalmente, agradezco a los docentes, ingenieros, compañeros y demás personas que, a lo largo de mi formación universitaria, contribuyeron con sus conocimientos, experiencias, consejos y apoyo. Cada aporte, por pequeño que pudiera parecer, formó parte del camino que hizo posible la culminación de este trabajo y de esta etapa académica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
AUTORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE	6
1.1. Fundamentación conceptual y tecnológica.....	6
1.2. Revisión de trabajos relacionados	18
1.3. Estado de la técnica y tecnologías aplicadas	25
Capítulo II. Materiales y métodos	40
2. Materiales y herramientas tecnológicas.....	40
2.1. Metodología de desarrollo del sistema	42
2.2. Fases de desarrollo del módulo CRM inteligente.....	44
2.3. Requerimientos del sistema.....	49
2.4. Diseño del sistema.....	54
2.5. Implementación del sistema	59

2.6.	Pruebas y validación funcional.....	77
2.7.	Relación del capítulo con los objetivos específicos	85
2.8.	Síntesis del capítulo	86
Capítulo III		88
3.	Resultados y discusión.....	88
3.1.	Contexto de validación del módulo CRM inteligente	88
3.2.	Resultados del acceso y organización por roles	90
3.3.	Resultados del registro de prospectos e interacciones.....	94
3.4.	Resultados de revisión gerencial y asignación de responsables	98
3.5.	Resultados de gestión del asesor	102
3.6.	Resultados del procesamiento de texto, audio e inteligencia artificial.....	105
3.7.	Resultados de validación humana de información	109
3.8.	Resultados de la evaluación operativa.....	112
3.9.	Discusión de resultados	122
3.10.	Síntesis del capítulo	125
CONCLUSIONES.....		127
RECOMENDACIONES.....		129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		131
ANEXOS		137
4.	Certificado de la propuesta tecnológica por parte del cliente	137
5.	Carta de recepción de la propuesta tecnológica por parte del cliente	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Indicadores digitales relevantes para la comunicación comercial en Ecuador</i>	7
Tabla 2 <i>Relación entre tipos de datos y gestión comercial del prospecto</i>	11
Tabla 3 <i>Síntesis de trabajos relacionados y aporte al proyecto</i>	24
Tabla 4 <i>Comparación de alternativas tecnológicas consideradas para el módulo CRM</i>	35
Tabla 5 <i>Materiales y herramientas tecnológicas empleadas en el desarrollo del módulo</i>	41
Tabla 6 <i>Requerimientos funcionales del módulo CRM inteligente</i>	50
Tabla 7 <i>Requerimientos no funcionales del módulo CRM inteligente</i>	52
Tabla 8 <i>Roles de usuario definidos para el módulo CRM inteligente</i>	53
Tabla 9 <i>Interfaces principales consideradas en el diseño del módulo CRM inteligente</i>	58
Tabla 10 <i>Plan de pruebas funcionales del módulo CRM inteligente</i>	78
Tabla 11 <i>Casos de prueba funcionales del módulo CRM inteligente</i>	80
Tabla 12 <i>Resultados de validación funcional del módulo CRM inteligente</i>	82
Tabla 13 <i>Variables e indicadores definidos para la evaluación operativa del módulo CRM inteligente</i>	75
Tabla 14 <i>Relación entre los objetivos específicos y las evidencias desarrolladas en el Capítulo II</i>	85
Tabla 15 <i>Relación entre objetivos específicos y resultados evaluados en el Capítulo III</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Relación entre mensajería digital, interacción comercial y registro CRM</i>	10
Figura 2	<i>Fases de desarrollo del módulo CRM inteligente</i>	44
Figura 3	<i>Arquitectura general del módulo CRM inteligente</i>	55
Figura 4	<i>Flujo funcional del módulo CRM inteligente</i>	56
Figura 5	<i>Modelo lógico de datos del módulo CRM inteligente</i>	57
Figura 6	<i>Fragmento de código para el registro de interacciones provenientes de WhatsApp</i>	60
Figura 7	<i>Fragmento de código para el control de acceso por roles en el frontend</i>	63
Figura 8	<i>Fragmento SQL para la creación de tablas principales del registro CRM</i>	66
Figura 9	<i>Fragmento de código para el envío y registro de mensajes mediante WhatsApp Cloud API</i>	69
Figura 10	<i>Fragmento de código para la extracción de datos mediante IA local y respaldo heurístico</i>	72
Figura 11	<i>Fragmento de código para la transcripción de audios mediante servicio Whisper</i>	75
Figura 12	<i>Pantalla de inicio de sesión del módulo CRM inteligente</i>	91
Figura 13	<i>Panel principal del administrador</i>	92
Figura 14	<i>Panel principal de gerencia</i>	93
Figura 15	<i>Panel principal del asesor</i>	94
Figura 16	<i>Ficha de registro del prospecto en el módulo CRM</i>	95

Figura 17 Registro de mensajes entrantes asociados al prospecto	96
Figura 18 Historial de conversación del prospecto	97
Figura 19 Revisión previa del prospecto desde el panel de gerencia	99
Figura 20 Asignación del prospecto a un responsable.....	100
Figura 21 Control de seguimiento de prospectos desde gerencia	101
Figura 22 Consulta de prospectos asignados al asesor	103
Figura 23 Seguimiento de interacciones del prospecto desde el panel del asesor.....	104
Figura 24 Actualización del estado del prospecto desde la gestión del asesor.....	105
Figura 25 Procesamiento de mensaje de texto asociado al prospecto	106
Figura 26 Transcripción automática de audio dentro del CRM	107
Figura 27 Sugerencias generadas mediante inteligencia artificial	108
Figura 28 Revisión de datos sugeridos por el sistema	109
Figura 29 Confirmación o descarte de información sugerida.....	110
Figura 30 Ficha del prospecto actualizada con información validada.....	111
Figura 31 Registro de la fecha y hora del primer contacto por prospecto	113
Figura 32 Tiempo de primera respuesta registrado por prospecto.....	114
Figura 33 Fecha de finalización y tiempo total de captación por prospecto	115
Figura 34 Resumen del tiempo de captación según la clasificación operativa de los registros	116
Figura 35 Porcentaje de completitud de la información por prospecto.....	117
Figura 36 Resumen de la completitud de información según la clasificación operativa	118

Figura 37 <i>Tiempo observado entre eventos consecutivos del historial de prospectos</i>	119
Figura 38 <i>Resumen del tiempo observado entre eventos consecutivos</i>	121

RESUMEN

El presente trabajo desarrolló un módulo CRM inteligente para el registro automatizado de interacciones provenientes de mensajería digital en STERNGROP S.A.S. La problemática identificada se relacionó con la dispersión de mensajes, audios y datos comerciales generados durante la atención de prospectos, lo que dificultaba la trazabilidad, el seguimiento y la organización de información relevante. Para responder a esta necesidad, se diseñó e implementó un sistema web compuesto por frontend, backend, base de datos, integración con WhatsApp Cloud API, inteligencia artificial local y transcripción automática de audio. El módulo permitió registrar prospectos, asociar conversaciones, almacenar mensajes, controlar el acceso por roles, apoyar la revisión gerencial, asignar responsables y facilitar la gestión de asesores. Además, incorporó el procesamiento de texto y audio para generar sugerencias de información, manteniendo la validación humana como requisito antes de actualizar la ficha del prospecto. La validación funcional realizada en un escenario controlado permitió comprobar los flujos principales del sistema, incluyendo autenticación, registro de interacciones, control de duplicados, revisión, asignación, transcripción, extracción de datos y trazabilidad. Los resultados evidenciaron que el módulo contribuye a organizar el proceso comercial y centralizar información proveniente de mensajería digital, sin reemplazar los procedimientos internos de verificación ni las decisiones comerciales de la empresa.

Palabras clave:

CRM inteligente, mensajería digital, WhatsApp Cloud API, inteligencia artificial, transcripción automática, trazabilidad comercial, validación humana.

ABSTRACT

This study developed an intelligent Customer Relationship Management (CRM) module for the automated recording of interactions from digital messaging channels at STERNGROP S.A.S. The identified problem was related to the dispersion of messages, audio files, and commercial data generated during prospect assistance, which hindered traceability, follow-up, and the organization of relevant information. To address this need, a web-based system was designed and implemented, consisting of a frontend, backend, database, WhatsApp Cloud API integration, local artificial intelligence, and automatic audio transcription. The module enabled the registration of prospects, the association of conversations, message storage, role-based access control, support for managerial review, assignment of responsible personnel, and management of commercial advisors. It also incorporated text and audio processing to generate information suggestions, while maintaining human validation as a mandatory requirement before updating the prospect's record. Functional validation conducted in a controlled environment made it possible to verify the main system workflows, including authentication, interaction recording, duplicate control, review, assignment, transcription, data extraction, and traceability. The results showed that the module contributed to organizing the commercial process and centralizing information obtained from digital messaging channels, without replacing the company's internal verification procedures or commercial decisions.

Keywords:

Intelligent CRM, digital messaging, WhatsApp Cloud API, artificial intelligence, automatic transcription, commercial traceability, human validation.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital modificó profundamente la manera en que las organizaciones gestionan sus procesos comerciales y se comunican con sus clientes. El acceso masivo a internet y a dispositivos móviles consolidó a los canales digitales y en particular a las aplicaciones de mensajería como el medio principal de interacción entre empresas y usuarios.

En Ecuador este fenómeno resulta especialmente marcado: a inicios de 2025 el país registró 15,2 millones de personas usuarias de internet, equivalentes a una penetración del 83,7 % de la población, y 13,5 millones de identidades activas en redes sociales (Kemp, 2025). En ese panorama, WhatsApp se ubicó entre las plataformas más utilizadas por las personas adultas conectadas a nivel mundial (Kemp, 2025), lo que confirma su papel central como vía de contacto comercial. En este contexto, los sistemas de gestión de relaciones con clientes (CRM) adquirieron relevancia como herramientas para centralizar y organizar la información comercial.

No obstante, su disponibilidad no resolvió por sí sola el problema de fondo: gran parte de la información valiosa que se genera durante la comunicación con el cliente circula en formato no estructurado: mensajes de texto, audios y notas dispersas, que los sistemas tradicionales no capturan de forma automática. En la práctica, esa información debe registrarse manualmente, lo que introduce errores, omisiones y retrasos que degradan la trazabilidad del proceso comercial. La investigación reciente ha mostrado que el contenido textual almacenado en un CRM se vuelve aprovechable cuando se aplican técnicas de procesamiento de lenguaje natural que lo transforman en datos explotables (Ozan, 2021), y que la inteligencia artificial se ha consolidado como un componente clave para asumir tareas mecánicas y analíticas del servicio (Huang & Rust, 2021).

En el caso de la empresa STERNGROP S.A.S., dedicada a la gestión de créditos para la adquisición de vehículos, las personas asesoras mantenían una interacción continua con los prospectos a través de mensajería digital durante el proceso comercial de cierre de venta. Sin embargo, el registro de esas interacciones se realizaba de forma manual e incompleta, lo que dificultaba el seguimiento de los casos, fragmentaba la información y limitaba la disponibilidad de datos confiables para la toma de decisiones.

Ante esta situación se desarrolló un módulo CRM inteligente orientado a registrar de forma automatizada las interacciones provenientes de mensajería digital. El módulo incorporó un primer filtro asistido que validó los requisitos mínimos del prospecto: nacionalidad, cédula, mayoría de edad y cobertura. La parte opcional que conlleva al registro del estado civil para los casos que podían continuar con apoyo del cónyuge o conviviente. Además, permitió transcribir audios y analizar su contenido mediante inteligencia artificial para detectar datos relevantes, que no actualizaban la información oficial de manera automática, sino que quedaban pendientes de validación por un usuario interno, preservando el control humano sobre la información comercial.

La solución se construyó con tecnologías de código abierto desplegadas en contenedores y con componentes de inteligencia artificial de ejecución local, decisión que privilegió la privacidad de los datos personales sensibles tratados durante el proceso; su justificación técnica se detalla en el Capítulo II.

Con base en lo expuesto, el presente trabajo tuvo como propósito desarrollar un módulo CRM inteligente que automatizara el registro de las interacciones comerciales provenientes de mensajería digital, contribuyendo a mejorar la trazabilidad y la gestión del proceso comercial en la empresa STERNGROP S.A.S. En coherencia con ello, la investigación buscó dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cómo automatizar el registro de interacciones

comerciales provenientes de mensajería digital en el CRM de STERNGROP S.A.S. para mejorar la trazabilidad y el seguimiento del proceso comercial?

A continuación, se presentan los objetivos que guiaron el desarrollo del presente estudio.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Desarrollar el módulo CRM inteligente para el registro automatizado de interacciones provenientes de mensajería digital, mediante el análisis, modelado y diseño estructural del sistema, con el fin de optimizar la trazabilidad y gestión del proceso comercial realizado por los agentes comerciales en la empresa STERNGROP S.A.S.

Objetivos Específicos:

- Analizar el proceso actual de gestión comercial y los métodos de registro utilizados por los agentes comerciales en STERNGROP S.A.S., con el fin de identificar limitaciones, requerimientos y oportunidades de automatización dentro del flujo de interacción con los clientes.
- Diseñar la arquitectura del módulo CRM, definiendo los componentes estructurales, la organización de datos, los perfiles de usuario y los flujos funcionales necesarios para integrar capacidades de procesamiento automatizado en la gestión comercial.
- Desarrollar las funcionalidades del módulo CRM mediante el desarrollo de capacidades basadas en inteligencia artificial que permitan interpretar interacciones provenientes de mensajería digital [audio y texto], transformarlas en registros estructurados que apoyen el trabajo de los agentes comerciales.
- Desarrollar las interfaces de usuario del módulo CRM, integrando los componentes personalizados para facilitar la interacción, consulta y seguimiento de la información procesada automáticamente dentro del entorno comercial.
- Validar el funcionamiento del módulo CRM mediante pruebas funcionales para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

El presente documento se estructuró en tres (3) capítulos: el primero abordó la revisión bibliográfica y conceptual que fundamentó la investigación, incluyendo aspectos relacionados con la comunicación digital, los sistemas CRM, la trazabilidad del proceso comercial y el uso de inteligencia artificial para el procesamiento de información no estructurada.

El segundo capítulo se centró en la descripción de las herramientas tecnológicas utilizadas, la metodología aplicada y el desarrollo del módulo CRM inteligente, detallando el diseño de la arquitectura, el modelado de datos, la integración con el sistema existente y la implementación de las capacidades de procesamiento automatizado de interacciones provenientes de mensajería digital.

Finalmente, el tercer capítulo presentó los resultados obtenidos tras la implementación del módulo, dando respuesta a la pregunta de investigación y evaluando el impacto de la solución en la trazabilidad y gestión del proceso comercial en la empresa STERNGROP S.A.S.

CAPÍTULO I.

ESTADO DEL ARTE

Este capítulo analizó los enfoques tecnológicos relacionados con la automatización del registro de interacciones comerciales provenientes de plataformas de mensajería digital, dentro del marco de los sistemas de gestión de relaciones con clientes (CRM). En entornos donde la comunicación con el cliente ocurre de forma continua a través de canales digitales, la información generada adopta principalmente un formato no estructurado, en texto y audio, lo que plantea dificultades para su integración en sistemas comerciales concebidos para operar con datos estructurados. A partir de esa tensión se revisó el contexto del uso comercial de internet y de la mensajería, las limitaciones de los CRM frente a la información conversacional y el papel de la inteligencia artificial en la interpretación y estructuración automática de dichas interacciones. La revisión sustentó, técnica y conceptualmente, el desarrollo del módulo CRM inteligente implementado para la empresa STERNGROP S.A.S.

1.1. Fundamentación conceptual y tecnológica

1.1.1. Transformación digital y comunicación comercial

La transformación digital se comprendió como un proceso de cambio organizacional impulsado por tecnologías digitales, en el cual las empresas modificaron sus procesos, capacidades y formas de generar valor. Desde esta perspectiva, no se limitó a utilizar herramientas informáticas, sino que implicó adaptar la operación empresarial a nuevas formas de comunicación, atención y gestión de información (Vial, 2019; Verhoef et al., 2021). En el ámbito comercial, esta transformación cambió la relación empresa-cliente, debido a que los canales digitales permitieron interacciones más frecuentes, inmediatas y medibles durante los procesos de consulta, seguimiento y venta (Verhoef et al., 2021).

En Ecuador, la adopción de canales digitales se apoyó en un entorno de conectividad creciente. A inicios de 2025, el país registró 15,2 millones de usuarios de internet, equivalentes al 83,7 % de la población, y 13,5 millones de identidades activas en redes sociales, equivalentes al 74,0 % de la población (Kemp, 2025). De manera complementaria, el Instituto Nacional de Estadística y Censos reportó que el 80,1 % de las personas de 5 años y más utilizó internet en 2025, mientras que el 59,3 % contó con teléfono inteligente activado (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2025). Estos indicadores muestran que la comunicación digital y móvil formó parte del contexto cotidiano en el que las empresas ecuatorianas desarrollaron sus procesos comerciales.

Tabla 1

Indicadores digitales relevantes para la comunicación comercial en Ecuador

Indicador	Valor reportado	Relevancia para el proyecto
Usuarios de internet en Ecuador	15,2 millones	Evidencia una base amplia de usuarios conectados.
Penetración de internet	83,7 % de la población	Justifica el uso de canales digitales en procesos comerciales.
Identidades activas en redes sociales	13,5 millones	Muestra alta presencia de usuarios en entornos digitales.
Personas de 5 años y más que utilizaron internet	80,1 %	Respalda la adopción de comunicación digital en el país.
Personas de 5 años y más con teléfono inteligente	59,3 %	Sustenta el uso de mensajería móvil como canal de contacto.

Nota. Elaboración propia con base en Kemp (2025) e INEC (2025).

Estos datos no justificaron por sí solos el desarrollo del módulo, pero sí permitieron contextualizar por qué la mensajería digital podía considerarse un canal pertinente para la

interacción comercial en Ecuador. Para STERNGROP S.A.S., el problema práctico no consistió únicamente en comunicarse con prospectos por medios digitales, sino en registrar y aprovechar la información generada durante esas conversaciones dentro de un CRM.

1.1.2. Mensajería digital como canal de interacción empresarial

La mensajería digital se consolidó como un canal relevante para la interacción empresarial debido a su disponibilidad en dispositivos móviles, comunicación asincrónica y capacidad para mantener continuidad en el contacto con los clientes. En los procesos comerciales, este tipo de canal permitió recibir consultas, responder dudas, solicitar información y dar seguimiento a prospectos sin depender únicamente de atención presencial, llamadas telefónicas o correos electrónicos. Esta condición se relacionó con el concepto de comercio conversacional, entendido como el uso de canales interactivos y agentes conversacionales para apoyar la relación entre empresas y clientes durante procesos de atención, servicio y compra (Lim et al., 2022).

En este contexto, WhatsApp Business Platform se presentó como una alternativa orientada al uso empresarial de la mensajería, debido a que permite gestionar conversaciones mediante una API de nivel empresarial e integrarse con sistemas backend, CRM y plataformas de automatización de marketing (WhatsApp Business, s. f.). Además, el entorno para desarrolladores de WhatsApp Business ofrece documentación, webhooks, números de prueba, entorno de pruebas y recursos para integrar la mensajería con la pila tecnológica de una organización (Meta Platforms, s. f.-a). Por ello, la mensajería digital no se consideró únicamente como una aplicación de comunicación, sino como un canal tecnológico capaz de conectarse con procesos internos de gestión comercial.

Para STERNGROP S.A.S., este canal resultó pertinente porque el contacto inicial con prospectos se realizaba mediante conversaciones donde se recibía información necesaria para

una revisión previa. Sin embargo, la mensajería por sí sola no resolvía el problema de registro, debido a que los mensajes podían quedar dispersos, incompletos o separados del historial formal del prospecto. Por esta razón, el módulo CRM inteligente no se orientó solo a recibir mensajes, sino a integrar la interacción proveniente de mensajería digital con un sistema capaz de registrar, organizar y validar información comercial.

1.1.3. La interacción comercial digital como unidad de registro

La interacción comercial digital se entendió como el intercambio de información entre un prospecto y la empresa mediante un canal digital durante un proceso comercial. Esta interacción pudo estar compuesta por mensajes de texto, audios, respuestas a preguntas, confirmaciones, correcciones y datos entregados por el cliente. En este sentido, no se trató solo de conservar una conversación, sino de identificar qué información comercial debía registrarse dentro del CRM para dar seguimiento al caso.

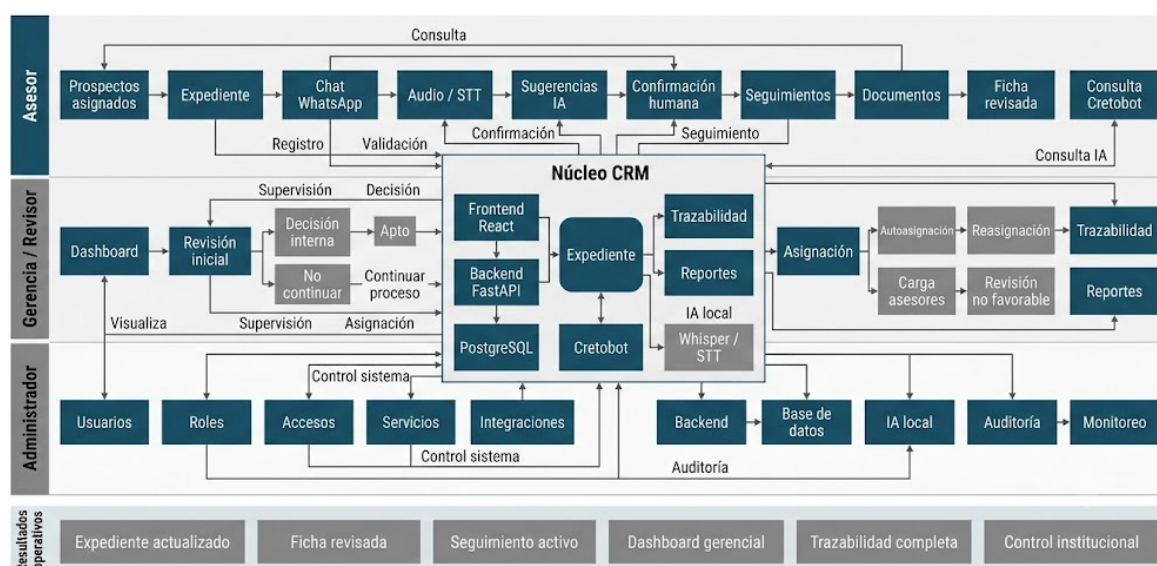
Esta unidad de registro fue necesaria porque los datos relevantes de un prospecto no siempre se entregan en un solo mensaje ni en un orden definido. En una conversación comercial, la información puede aparecer fragmentada, corregirse posteriormente o complementarse con nuevos mensajes. Por ello, los textos almacenados en sistemas CRM pueden convertirse en una fuente útil para minería de datos, segmentación y procesamiento de lenguaje natural cuando se definen adecuadamente los objetivos de análisis (Ozan, 2021). A nivel técnico, la documentación de Meta también permite entender las interacciones de WhatsApp Business como eventos asociados a mensajes y estados recibidos mediante webhooks, lo que respalda su registro como parte del historial comercial del prospecto (Meta Platforms, s. f.).

Para STERNGROP S.A.S., considerar la interacción comercial digital como unidad de registro permitió delimitar el alcance del módulo. El sistema no se orientó a decidir la aprobación de un crédito, sino a transformar mensajes y audios en registros trazables, estructurados y

validados para apoyar la revisión gerencial y la gestión de asesores, como se resume en la Figura 1.

Figura 1

Relación entre mensajería digital, interacción comercial y registro CRM



1.1.4. Datos estructurados y no estructurados en la gestión comercial

En la gestión comercial, los datos estructurados corresponden a información organizada bajo un formato definido, generalmente almacenada en campos, filas y columnas dentro de bases de datos o sistemas empresariales. Este tipo de dato facilita la búsqueda, validación y actualización de información, como nombres, números de identificación, estados del proceso, fechas, responsables o resultados de revisión. En cambio, los datos no estructurados no siguen un esquema fijo y pueden presentarse como mensajes de texto, audios, documentos, imágenes o conversaciones en lenguaje natural (IBM, s. f.; Salesforce, s. f.-a).

Esta diferencia fue relevante para el módulo desarrollado porque la información entregada por los prospectos de STERNGROP S.A.S. no siempre ingresaba directamente como dato estructurado. En una conversación de mensajería, el cliente podía enviar datos de forma incompleta, corregirlos después, responder en varios mensajes o usar audios para explicar su

situación. Por ello, antes de registrar información en el CRM, fue necesario diferenciar entre el contenido conversacional recibido y los datos comerciales que debían incorporarse al historial del prospecto.

Tabla 2

Relación entre tipos de datos y gestión comercial del prospecto

Tipo de dato	Forma en que se presenta	Ejemplo en el proceso comercial	Implicación para el CRM
Dato estructurado	Campo definido en el sistema	Cédula, nombre, estado del prospecto, asesor asignado	Puede almacenarse, consultarse y validarse directamente.
Dato no estructurado	Texto, audio o conversación libre	Mensaje de WhatsApp, nota del cliente, audio explicativo	Requiere interpretación antes de convertirse en registro útil.
Dato extraído	Información identificada a partir de una interacción	Edad, ubicación, estado civil, posible garante	Debe revisarse antes de actualizar el registro formal.
Dato validado	Información confirmada por revisión humana	Resultado de revisión gerencial o dato corregido	Puede usarse para seguimiento y trazabilidad comercial.

Nota. Elaboración propia con base en Adam et al. (2021), Davenport et al. (2020), Huang y Rust (2021), Koencke et al. (2020), Ledro et al. (2022), Nicolescu y Tudorache (2022), Ozan (2021) y Radford et al. (2023).

La Tabla 2 permitió relacionar la naturaleza de los datos con el alcance del módulo. El objetivo no fue almacenar conversaciones sin tratamiento, sino apoyar la transformación de información no estructurada en datos útiles para el CRM. Esta necesidad justificó el uso posterior de procesamiento de lenguaje natural, transcripción de audio y validación humana, sin reemplazar la revisión comercial realizada por la empresa.

1.1.5. Sistemas CRM y trazabilidad del proceso comercial

Los sistemas de gestión de relaciones con clientes, conocidos como CRM, se orientan a centralizar información sobre clientes, prospectos, interacciones y actividades comerciales, con el fin de apoyar procesos de atención, seguimiento, ventas y toma de decisiones. Desde una perspectiva empresarial, el CRM no se limita al almacenamiento de datos de contacto, sino que permite organizar el historial de relación entre la empresa y el cliente, así como dar continuidad a las acciones realizadas por los responsables comerciales (Microsoft, s. f.; Salesforce, s. f.-b).

La trazabilidad fue un componente importante dentro de este tipo de sistemas, debido a que permitió identificar el estado de un prospecto, la información recibida, los responsables asignados y las acciones realizadas durante el proceso comercial. En investigaciones sobre CRM, se ha señalado que estas plataformas contribuyen a la gestión de información del cliente y al desempeño organizacional cuando se integran con procesos definidos y capacidades tecnológicas adecuadas (Guerola-Navarro et al., 2021). Por ello, la trazabilidad no dependió únicamente de disponer de un sistema CRM, sino de registrar de manera consistente los eventos relevantes del proceso.

En el caso de STERNGROP S.A.S., la trazabilidad resultó necesaria porque el proceso de atención a prospectos requería conservar evidencia del contacto inicial, los datos entregados, la revisión gerencial, la asignación del asesor y el seguimiento posterior. Sin un registro estructurado, la información podía permanecer dispersa en conversaciones de mensajería o depender de registros manuales. Por esta razón, el módulo CRM inteligente se justificó como una solución orientada a vincular cada interacción comercial con el historial del prospecto, sin reemplazar la revisión humana ni asumir decisiones crediticias.

1.1.6. Automatización de procesos comerciales

La automatización de procesos comerciales se relacionó con el uso de tecnologías para ejecutar o apoyar tareas repetitivas dentro de un flujo de trabajo, reduciendo la dependencia de registros manuales y mejorando la continuidad de las actividades organizacionales. Desde la gestión de procesos de negocio, un proceso se entiende como un conjunto de actividades coordinadas que transforman entradas en resultados útiles para la organización; por ello, su automatización debe responder a reglas, responsables y objetivos definidos, y no únicamente a la incorporación de herramientas digitales (Dumas et al., 2018; IBM, s. f.-b).

En procesos comerciales, la automatización puede aportar valor cuando permite registrar solicitudes, ordenar información, reducir tareas repetitivas y mantener continuidad entre etapas de atención. Sin embargo, su uso debe delimitarse según el tipo de decisión involucrada. Cuando un proceso contiene información sensible o requiere criterio comercial, la automatización debe apoyar la captura, organización y transferencia de información, pero no sustituir la revisión humana ni asumir decisiones que correspondan a la empresa.

En el módulo CRM inteligente desarrollado para STERNGROP S.A.S., la automatización se justificó porque el contacto con prospectos generaba información que debía registrarse, clasificarse y asociarse al historial comercial. El propósito no fue automatizar la aprobación de créditos, sino apoyar tareas operativas como la recepción de interacciones, el ordenamiento de datos, la continuidad del seguimiento y la disponibilidad de información para revisión gerencial y gestión de asesores.

1.1.7. Inteligencia artificial aplicada a la gestión de clientes

La inteligencia artificial aplicada a la gestión de clientes se relacionó con el uso de modelos y técnicas computacionales para apoyar tareas como análisis de información, personalización, clasificación, recomendación, atención y seguimiento comercial. En marketing y gestión

empresarial, la inteligencia artificial ha sido estudiada como una tecnología capaz de mejorar procesos de relación con clientes, siempre que su aplicación responda a objetivos organizacionales definidos y no se limite a la incorporación aislada de herramientas automáticas (Davenport et al., 2020; Huang & Rust, 2021).

En sistemas CRM, la inteligencia artificial resultó relevante porque permitió trabajar con información generada durante la relación empresa-cliente, especialmente cuando existían volúmenes de datos difíciles de revisar manualmente. Ledro et al. (2022) señalaron que la inteligencia artificial en CRM se ha vinculado con actividades como análisis de clientes, automatización, apoyo a decisiones y mejora de la experiencia del usuario. Sin embargo, su valor dependió de la calidad de los datos, la integración con procesos comerciales y la delimitación del nivel de autonomía otorgado al sistema.

Para el módulo CRM inteligente desarrollado en STERNGROP S.A.S., la inteligencia artificial se justificó como apoyo para interpretar interacciones comerciales provenientes de mensajería digital y facilitar la organización de información relevante del prospecto. Su función no fue aprobar créditos ni reemplazar la revisión gerencial, sino apoyar la identificación de datos presentes en texto o audio transcrito para que posteriormente pudieran ser revisados y validados por una persona responsable. Esta delimitación permitió alinear el uso de inteligencia artificial con el alcance práctico del proyecto.

1.1.8. Procesamiento de lenguaje natural

El procesamiento de lenguaje natural se relacionó con el conjunto de técnicas que permiten a los sistemas computacionales trabajar con información expresada en lenguaje humano. Esta área permite analizar texto, identificar patrones, extraer información y apoyar tareas como clasificación, búsqueda, resumen o interpretación de contenido escrito (Jurafsky & Martin, 2026; IBM, s. f.-c). En el contexto de sistemas comerciales, su importancia radicó en que una

parte relevante de la información del cliente no se genera en formularios, sino en mensajes escritos de forma libre.

En sistemas CRM, el procesamiento de lenguaje natural resultó pertinente porque las interacciones con clientes pueden contener datos útiles para seguimiento comercial, segmentación y análisis. Ozan (2021) evidenció que los textos almacenados en bases de datos CRM pueden ser utilizados mediante técnicas de procesamiento de lenguaje natural cuando se busca extraer información relevante de las comunicaciones con clientes. Por tanto, el PLN permitió sustentar técnicamente la transformación de mensajes conversacionales en información aprovechable para la gestión comercial.

Para el módulo CRM inteligente desarrollado en STERNGROP S.A.S., el procesamiento de lenguaje natural se justificó como apoyo para identificar información relevante dentro de mensajes enviados por prospectos. Su aplicación no implicó sustituir la revisión humana, sino facilitar que datos presentes en conversaciones digitales pudieran ser organizados y presentados para validación. De esta manera, el PLN se vinculó directamente con el objetivo práctico del módulo: convertir interacciones escritas en registros útiles para el CRM.

1.1.9. Transcripción automática de voz a texto

La transcripción automática de voz a texto se relacionó con el uso de tecnologías de reconocimiento automático del habla para convertir contenido oral en texto procesable. Esta técnica permitió que información expresada mediante audios pudiera incorporarse a flujos de búsqueda, análisis, almacenamiento y revisión, especialmente cuando los sistemas informáticos necesitaban trabajar con datos escritos en lugar de archivos sonoros (Radford et al., 2022; IBM, s. f.-d).

En procesos de atención comercial, los audios enviados por clientes pueden contener datos relevantes para el seguimiento del caso, como aclaraciones, requisitos, condiciones personales

o respuestas a preguntas previas. Sin embargo, mientras esa información permanezca únicamente como archivo de audio, su consulta y validación resultan más lentas que en un registro textual. Por esta razón, la transcripción de voz a texto funcionó como un paso intermedio entre la conversación oral y el procesamiento de información dentro del CRM.

En el contexto de STERNGROP S.A.S., esta técnica fue pertinente porque los prospectos podían enviar información mediante mensajes de voz durante la interacción por mensajería digital. La transcripción no reemplazó la revisión del asesor o de gerencia, sino que permitió disponer de una versión textual del audio para facilitar la identificación de datos relevantes, su posterior estructuración y su validación humana. Esta delimitación fue importante porque los sistemas de reconocimiento del habla pueden presentar errores según calidad del audio, pronunciación, ruido o características del hablante, por lo que su resultado no debía asumirse automáticamente como dato definitivo (Koencke et al., 2024).

1.1.10. Validación humana de la información generada por IA

La validación humana de información generada por inteligencia artificial se relacionó con la necesidad de revisar, confirmar o corregir los resultados producidos por sistemas automáticos antes de incorporarlos a procesos organizacionales sensibles. Este enfoque fue importante porque los modelos de IA pueden generar resultados útiles, pero también errores, omisiones o interpretaciones incorrectas cuando trabajan con lenguaje natural, datos incompletos o información ambigua. Por ello, los marcos de gestión de riesgos de IA recomiendan mantener controles humanos, trazabilidad y mecanismos de supervisión cuando los resultados del sistema pueden afectar decisiones o registros relevantes (National Institute of Standards and Technology, 2023; Shneiderman, 2020).

En sistemas que procesan texto o audio de clientes, la validación humana resulta necesaria porque la información extraída puede depender de la calidad del mensaje, el contexto de la

conversación, la claridad del audio o la forma en que el cliente expresa sus datos. En reconocimiento automático del habla, por ejemplo, se han identificado diferencias de desempeño según características de los hablantes y condiciones del audio, lo que refuerza la necesidad de no tratar una transcripción como información definitiva sin revisión (Koenecke et al., 2024). Esta consideración también aplica al procesamiento de lenguaje natural, ya que la extracción de datos desde conversaciones puede requerir confirmación cuando existen respuestas incompletas, contradictorias o corregidas posteriormente.

Dentro del alcance del sistema propuesto para STERNGROP S.A.S., la validación humana delimitó el uso de la inteligencia artificial. La información identificada a partir de mensajes o audios no debía actualizarse automáticamente como dato final del prospecto sin revisión previa. En su lugar, la IA funcionó como apoyo para organizar posibles datos relevantes, mientras que la confirmación correspondió al usuario responsable. Esta decisión permitió mantener coherencia con el propósito del módulo: mejorar el registro y la trazabilidad de las interacciones comerciales sin reemplazar el criterio de gerencia ni asumir decisiones crediticias.

1.1.11. Protección de datos personales en sistemas CRM

La protección de datos personales fue un aspecto necesario en los sistemas CRM porque estos almacenan información asociada a clientes y prospectos, como datos de identificación, contacto, historial de interacción y estados del proceso comercial. En Ecuador, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales estableció el marco para garantizar el ejercicio del derecho a la protección de datos personales y regular su tratamiento por parte de responsables y encargados (Asamblea Nacional del Ecuador, 2021).

En procesos comerciales digitales, esta protección resultó relevante porque la información entregada por los prospectos podía incluir datos personales utilizados para contacto, revisión

inicial y seguimiento. Por ello, el registro de interacciones dentro de un CRM debía considerar principios de tratamiento, finalidad, acceso controlado y responsabilidad sobre la información almacenada. El Reglamento General a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales complementó este marco al desarrollar disposiciones para la aplicación de la ley y la gestión del tratamiento de datos personales (Presidencia de la República del Ecuador, 2023).

En el alcance del proyecto, la protección de datos personales permitió delimitar el uso del módulo CRM inteligente. La solución debía organizar y registrar información comercial necesaria para el seguimiento del prospecto, pero sin exponer datos sensibles a usuarios no autorizados ni utilizar la información para decisiones automáticas de crédito. Esta consideración reforzó la necesidad de roles, trazabilidad, revisión humana y control de acceso como criterios asociados a la gestión responsable de la información.

1.2. Revisión de trabajos relacionados

La revisión de trabajos relacionados se orientó a identificar investigaciones vinculadas con automatización de atención al cliente, asistentes conversacionales, inteligencia artificial aplicada a CRM, procesamiento de lenguaje natural y reconocimiento automático de voz. Se priorizaron fuentes académicas recientes, artículos de revisión sistemática, estudios empíricos y documentación técnica verificable, en español o inglés, relacionadas con el problema central del proyecto: el registro y organización de interacciones comerciales provenientes de mensajería digital. Esta revisión no buscó describir nuevamente los conceptos del apartado anterior, sino reconocer qué enfoques se han aplicado, qué resultados se reportaron y qué limitaciones permanecieron frente al alcance del módulo desarrollado.

1.2.1. Automatización de la atención al cliente mediante canales digitales

La automatización de la atención al cliente mediante canales digitales ha sido estudiada como una forma de mejorar la disponibilidad del servicio, reducir tareas repetitivas y mantener

continuidad en la comunicación con usuarios. En la revisión sistemática de Nicolescu y Tudorache (2022), los chatbots de atención al cliente fueron analizados como agentes conversacionales de inteligencia artificial utilizados por empresas para ofrecer soporte automatizado. El estudio destacó que la experiencia del cliente depende de factores como utilidad percibida, facilidad de uso, calidad de respuesta y confianza en la interacción.

Adam et al. (2021) analizaron los efectos de los chatbots basados en inteligencia artificial en el cumplimiento del usuario dentro de procesos de atención al cliente. Sus resultados muestran que el diseño del agente conversacional influye en la forma en que los usuarios responden a solicitudes o recomendaciones del sistema. Este aporte fue relevante para el proyecto porque evidenció que la automatización no debe limitarse a responder mensajes, sino considerar cómo se guía la interacción y cómo se solicita información al usuario.

Desde una perspectiva más amplia, Mariani et al. (2022) identificaron que la inteligencia artificial aplicada al marketing y la relación con consumidores se ha vinculado con tareas de personalización, interacción, análisis y apoyo a procesos comerciales. Estos hallazgos permitieron ubicar la automatización de atención al cliente dentro de una tendencia más amplia de uso de IA en la gestión comercial. Sin embargo, los trabajos revisados se enfocaron principalmente en la experiencia de atención y en la interacción automatizada, mientras que el presente proyecto se orientó al registro trazable de la información generada en esas interacciones dentro de un CRM.

1.2.2. Chatbots y asistentes conversacionales en procesos comerciales

Los chatbots y asistentes conversacionales han sido analizados como sistemas capaces de simular conversaciones con usuarios mediante lenguaje natural, reglas de diálogo o técnicas de inteligencia artificial. Caldarini et al. (2022) revisaron avances recientes en chatbots y señalaron que estos sistemas utilizan principalmente procesamiento de lenguaje natural y

aprendizaje automático para ofrecer asistencia, responder consultas y apoyar interacciones automatizadas. Este aporte fue relevante para el proyecto porque permitió ubicar al asistente conversacional como un mecanismo de apoyo al contacto inicial, no como sustituto completo del proceso comercial.

En procesos comerciales, los asistentes conversacionales pueden guiar al usuario mediante preguntas, recopilar información inicial y reducir tareas repetitivas de atención. Adam et al. (2021) mostraron que el diseño del chatbot influye en la respuesta del usuario y en su disposición a cumplir solicitudes dentro de una interacción de servicio. Por ello, el diseño conversacional no debe limitarse a enviar mensajes automáticos, sino estructurar adecuadamente las preguntas, el orden de la interacción y el tipo de información solicitada.

Sin embargo, los trabajos revisados también evidencian límites importantes. Caldarini et al. (2022) señalaron desafíos relacionados con comprensión del lenguaje, manejo del contexto y calidad de respuesta en sistemas conversacionales. En el alcance de este proyecto, esa limitación justificó que el asistente inicial no actuara como evaluador definitivo del prospecto, sino como un apoyo para recopilar información mínima y derivarla a revisión. De esta forma, el chatbot se entendió como parte del proceso de registro y organización de interacciones, no como un reemplazo de gerencia o del asesor comercial.

1.2.3. Aplicación de inteligencia artificial en CRM

La aplicación de inteligencia artificial en CRM ha sido abordada en la literatura como una forma de mejorar el análisis de información de clientes, la automatización de tareas, la personalización y el apoyo a decisiones comerciales. Ledro et al. (2022) revisaron investigaciones sobre inteligencia artificial en CRM e identificaron que su uso se relacionó con análisis de clientes, gestión de relaciones, automatización y mejora de la experiencia del

usuario. Este aporte permitió ubicar el proyecto dentro de una línea de trabajo donde la IA no se empleó como elemento aislado, sino integrada a procesos de gestión comercial.

Davenport et al. (2020) analizaron el uso de inteligencia artificial en marketing y señalaron que esta tecnología puede apoyar actividades relacionadas con comprensión del cliente, interacción, personalización y toma de decisiones. De manera complementaria, Huang y Rust (2021) propusieron un marco estratégico para comprender cómo la IA puede incorporarse en funciones de marketing según el tipo de tarea y el nivel de inteligencia requerido. Estos estudios fueron relevantes porque muestran que la IA puede apoyar procesos comerciales, pero su aplicación debe responder a un objetivo específico y a un flujo organizacional definido.

En relación con el presente proyecto, los trabajos revisados justificaron el uso de IA como apoyo para organizar información proveniente de interacciones comerciales, pero no como mecanismo autónomo de decisión. La brecha identificada fue que gran parte de la literatura sobre IA en CRM se concentra en análisis, personalización o experiencia del cliente, mientras que el módulo desarrollado se enfocó en un problema operativo concreto: transformar información conversacional de texto y audio en registros trazables para revisión humana dentro de un CRM.

1.2.4. Procesamiento de lenguaje natural para información de clientes

El procesamiento de lenguaje natural aplicado a información de clientes ha sido estudiado como una alternativa para analizar consultas, mensajes, notas y registros textuales generados durante la atención comercial. Ozan (2021) trabajó con notas de texto almacenadas en una base de datos CRM y aplicó técnicas como representaciones vectoriales de palabras y redes neuronales recurrentes para minería de datos y segmentación. El estudio demostró que los textos registrados en un CRM pueden aportar información útil cuando el problema de análisis está bien definido.

Olujimi y Ade-Ibijola (2023) realizaron una revisión sistemática sobre técnicas de procesamiento de lenguaje natural para automatizar respuestas a consultas de clientes. Los autores analizaron 73 estudios y evidenciaron que el PLN se ha aplicado en distintos sectores para clasificar consultas, identificar intención, extraer entidades y apoyar respuestas automatizadas. Este aporte fue relevante porque mostró que el lenguaje natural puede utilizarse para procesar información de clientes, aunque sus resultados dependen de la calidad de los datos, el dominio de aplicación y los criterios de evaluación.

En relación con el proyecto, estos trabajos permitieron sustentar el uso del PLN como apoyo para identificar información relevante en mensajes comerciales. Sin embargo, también marcaron una diferencia con el alcance del módulo desarrollado: mientras varios estudios se orientaron a responder automáticamente al cliente o segmentar información, el presente proyecto se enfocó en organizar datos provenientes de interacciones de mensajería para registrarlos en el CRM y someterlos a revisión humana.

1.2.5. Reconocimiento automático de voz en sistemas de registro

El reconocimiento automático de voz ha sido estudiado como una tecnología que permite convertir señales de audio en texto, facilitando que información hablada pueda ser almacenada, consultada y procesada por sistemas informáticos. Radford et al. (2023) presentaron un modelo de reconocimiento de voz entrenado con datos multilingües y multitarea a gran escala, mostrando avances relevantes en transcripción y robustez frente a distintos escenarios de audio. Este trabajo fue pertinente para el proyecto porque evidenció que la transcripción automática podía utilizarse como puente entre mensajes de voz y procesamiento textual.

En sistemas de registro, la transcripción resulta útil cuando el audio contiene información que debe conservarse como parte de un historial o expediente. No obstante, la literatura también advierte que los sistemas de reconocimiento automático del habla pueden presentar errores

según condiciones del audio, variación lingüística o características del hablante. Koenecke et al. (2020) identificaron diferencias de desempeño en sistemas comerciales de reconocimiento de voz, lo que refuerza la necesidad de revisar los resultados antes de utilizarlos como información definitiva.

En relación con el caso estudiado, estos trabajos permitieron justificar la incorporación de transcripción automática como apoyo al registro de interacciones enviadas por audio. La brecha práctica no se ubicó en crear un nuevo modelo de reconocimiento de voz, sino en integrar la transcripción dentro de un flujo CRM donde el texto resultante pudiera revisarse, asociarse al prospecto y utilizarse como insumo para la validación humana.

1.2.6. Limitaciones identificadas en los trabajos revisados

Los trabajos revisados evidenciaron avances importantes en automatización de atención al cliente, chatbots, inteligencia artificial aplicada a CRM, procesamiento de lenguaje natural y reconocimiento automático de voz. Sin embargo, también mostraron una limitación común: gran parte de las investigaciones se enfocaron en mejorar la interacción, responder consultas, analizar clientes o procesar información textual, pero no siempre abordaron el registro trazable de interacciones comerciales provenientes de mensajería digital dentro de un CRM.

En los estudios sobre chatbots y atención automatizada, el énfasis principal estuvo en la experiencia del usuario, la calidad de respuesta y el cumplimiento de solicitudes durante la interacción (Adam et al., 2021; Nicolescu & Tudorache, 2022). En los trabajos sobre IA y CRM, la atención se orientó hacia análisis de clientes, personalización, automatización y apoyo a decisiones comerciales (Davenport et al., 2020; Huang & Rust, 2021; Ledro et al., 2022). Por su parte, los estudios sobre PLN y reconocimiento de voz demostraron la utilidad de procesar texto y audio, pero también señalaron la necesidad de revisar resultados cuando existen errores,

ambigüedad o variaciones en los datos de entrada (Koencke et al., 2024; Ozan, 2021; Radford et al., 2022).

Como se detalla en la Tabla 3, cada línea de investigación aportó elementos útiles para el desarrollo del proyecto; no obstante, también presentó limitaciones frente al problema específico de registrar, organizar y validar interacciones comerciales provenientes de mensajería digital.

Tabla 3
Síntesis de trabajos relacionados y aporte al proyecto

Línea revisada	Aporte identificado	Limitación frente al proyecto
Automatización de atención al cliente	Evidenció que los canales digitales pueden apoyar disponibilidad, continuidad y respuesta al usuario.	Se centró más en atención automatizada que en trazabilidad interna del prospecto.
Chatbots y asistentes conversacionales	Mostró que los asistentes pueden guiar preguntas y recopilar información inicial.	No siempre integró la conversación con revisión gerencial o registro CRM validado.
Inteligencia artificial en CRM	Relacionó la IA con análisis de clientes, personalización y apoyo comercial.	Se enfocó más en análisis y experiencia del cliente que en estructurar interacciones de mensajería.
Procesamiento de lenguaje natural	Demostó que los textos de clientes pueden analizarse y aportar información útil.	Requiere datos bien definidos y validación cuando la información es ambigua o incompleta.
Reconocimiento automático de voz	Permitió convertir audios en texto para consulta y procesamiento posterior.	La transcripción puede contener errores, por lo que no debe asumirse como dato definitivo.

A partir de estas limitaciones, se identificó una brecha tecnológica específica: la necesidad de un módulo CRM que no solo automatizara respuestas o analizara información de clientes, sino que registrara, organizara y validara interacciones comerciales provenientes de mensajería

digital. Esta brecha permitió justificar el desarrollo de una solución orientada a transformar texto y audio en información trazable para revisión humana, asignación de responsables y seguimiento comercial, sin asumir decisiones crediticias.

1.3. Estado de la técnica y tecnologías aplicadas

El estado de la técnica se orientó a revisar las alternativas tecnológicas disponibles para desarrollar un módulo CRM inteligente capaz de registrar, organizar y validar interacciones comerciales provenientes de mensajería digital. A diferencia de la revisión de trabajos relacionados, este apartado no se centró en estudios académicos, sino en plataformas, herramientas y enfoques tecnológicos que pudieron emplearse para resolver el problema del proyecto. Por ello, se analizaron soluciones CRM comerciales, plataformas extensibles, arquitectura propia basada en servicios web, contenedores, backend, frontend, base de datos, mensajería, automatización, modelos locales de inteligencia artificial y transcripción automática de audio.

1.3.1. Plataformas CRM comerciales y de propósito general

Las plataformas CRM comerciales y de propósito general ofrecen funcionalidades orientadas a la gestión de clientes, prospectos, oportunidades, ventas, servicio y seguimiento comercial. Salesforce define el CRM como una tecnología para gestionar relaciones e interacciones con clientes actuales y potenciales, mientras que Microsoft Dynamics 365 presenta sus soluciones CRM como herramientas para apoyar ventas, atención y operación empresarial. Oracle Customer Experience, por su parte, plantea una suite conectada para marketing, ventas y servicio, orientada a integrar datos de interacción del cliente en distintos puntos de contacto (Microsoft, s. f.; Oracle, s. f.; Salesforce, s. f.-b).

Estas plataformas resultan relevantes porque muestran que el mercado ya dispone de soluciones maduras para gestionar relaciones con clientes. Sin embargo, su alcance general también

implica que muchas funcionalidades están diseñadas para procesos comerciales amplios y no necesariamente para flujos específicos de una empresa. En proyectos con requerimientos particulares, como recepción de mensajes de WhatsApp, procesamiento de audios, extracción de datos desde conversaciones, revisión gerencial y asignación controlada de asesores, una plataforma general puede requerir personalizaciones, integraciones o costos adicionales.

Para el caso estudiado, las plataformas CRM comerciales sirvieron como referencia funcional, pero no como solución final. Su revisión permitió identificar capacidades deseables, como centralización de clientes, historial de interacción, seguimiento y control de responsables. No obstante, el alcance práctico del proyecto requería una solución ajustada al flujo de STERNGROP S.A.S., enfocada en registrar interacciones de mensajería digital y validar información antes de incorporarla al historial formal del prospecto.

1.3.2. Plataformas extensibles: ERPNext/Frappe como referencia conceptual

ERPNext/Frappe se consideró como una referencia tecnológica relevante porque combina una plataforma empresarial de código abierto con un framework web extensible. ERPNext se presenta como un software ERP de código abierto orientado a la gestión de procesos empresariales, mientras que Frappe Framework proporciona una base para desarrollar aplicaciones web en Python y JavaScript (ERPNext, s. f.; Frappe, s. f.). Esta combinación resulta pertinente en proyectos donde se busca adaptar módulos empresariales, gestionar datos organizacionales y extender funcionalidades mediante desarrollo personalizado.

Como alternativa conceptual, ERPNext/Frappe ofrecía ventajas relacionadas con modularidad, código abierto, gestión empresarial integrada y posibilidad de personalización. No obstante, el alcance del proyecto requería un flujo específico centrado en interacciones provenientes de mensajería digital, procesamiento de texto y audio, revisión gerencial, asignación de asesores y validación humana de información extraída. Adaptar una plataforma ERP/CRM general a ese

flujo podía introducir complejidad adicional y dependencia de convenciones internas de la plataforma.

Por esta razón, ERPNext/Frappe se mantuvo como referencia conceptual, pero no como arquitectura final del módulo. Su revisión permitió reconocer la importancia de contar con módulos empresariales, roles, registros y trazabilidad; sin embargo, el desarrollo de una arquitectura propia permitió orientar la solución directamente al proceso de STERNGROP S.A.S., sin ampliar el alcance hacia funciones ERP que no formaban parte de los objetivos del proyecto.

1.3.3. Decisión de una arquitectura propia basada en servicios web

La decisión de una arquitectura propia basada en servicios web respondió a la necesidad de adaptar el sistema al flujo comercial específico de STERNGROP S.A.S.. A diferencia de una plataforma CRM general, una arquitectura propia permitió organizar componentes orientados a mensajería digital, registro de interacciones, procesamiento de texto y audio, revisión humana y trazabilidad del prospecto. Este enfoque fue coherente con el uso de API, debido a que estas permiten conectar aplicaciones, sistemas y flujos de trabajo para el intercambio de datos y servicios (IBM, 2025).

El enfoque basado en servicios web también permitió separar responsabilidades entre componentes, como interfaz de usuario, lógica del negocio, almacenamiento de datos, mensajería, automatización, inteligencia artificial y transcripción. Esta separación resultó útil porque cada parte del sistema podía cumplir una función definida dentro del proceso, sin depender de una única plataforma generalista. Desde el punto de vista arquitectónico, las API REST se utilizan para conectar sistemas distribuidos mediante interacciones cliente-servidor estandarizadas, lo que favorece la integración entre componentes web (IBM, 2025; MDN Web Docs, 2025).

En el proyecto, esta decisión no significó desarrollar una solución más amplia que un CRM comercial, sino una solución más ajustada al alcance definido. La arquitectura propia permitió concentrarse en el registro trazable de interacciones provenientes de mensajería digital, la organización de datos del prospecto y la revisión por usuarios responsables. De esta manera, la elección tecnológica respondió al problema práctico del proyecto y evitó ampliar el alcance hacia módulos empresariales que no formaban parte de los objetivos.

1.3.4. Contenedores y despliegue reproducible

Los contenedores permiten empaquetar una aplicación junto con sus dependencias, configuraciones y entorno de ejecución, de modo que pueda ejecutarse de forma consistente en distintos ambientes. Docker se presenta como una plataforma abierta para desarrollar, distribuir y ejecutar aplicaciones, separando la aplicación de la infraestructura donde se despliega (Docker, s. f.-b). Esta característica resultó pertinente para proyectos compuestos por varios componentes, debido a que facilita aislar dependencias y reducir problemas asociados a diferencias entre entornos de desarrollo y ejecución.

En una arquitectura basada en servicios web, la contenerización permitió organizar componentes con responsabilidades distintas, como aplicación web, backend, base de datos, automatización, inteligencia artificial o transcripción. Esta separación favoreció la modularidad del sistema, debido a que cada componente pudo mantener sus propias dependencias sin instalar todo dentro de una única aplicación. Docker también define el contenedor como una unidad de software que empaqueta código y dependencias para que la aplicación se ejecute de manera rápida y confiable al trasladarse entre entornos (Docker, s. f.-a).

Para el proyecto, el uso de contenedores se justificó porque el módulo requería integrar tecnologías con dependencias diferentes sin ampliar la complejidad de instalación sobre un

único servicio. Esta decisión fue especialmente importante para aislar componentes como transcripción de audio e inteligencia artificial, manteniendo una arquitectura más ordenada y reproducible. El detalle de servicios, volúmenes, red y configuración se reservó para el Capítulo II, donde se describirá la implementación.

1.3.5. Backend para el procesamiento de interacciones

El backend corresponde a la capa encargada de procesar reglas de negocio, gestionar datos, exponer servicios y conectar componentes internos o externos del sistema. En una arquitectura basada en servicios web, esta capa permite recibir solicitudes desde la interfaz, comunicarse con la base de datos y coordinar integraciones con otros servicios mediante API. Para este tipo de desarrollo, Python resultó pertinente por ser un lenguaje de propósito general que facilita la integración de sistemas y el desarrollo de aplicaciones web (Python Software Foundation, s. f.).

FastAPI se consideró una alternativa adecuada para la construcción del backend porque es un framework moderno para desarrollar API con Python, basado en anotaciones de tipos estándar.

Su documentación oficial lo presenta como un framework de alto rendimiento, orientado al desarrollo rápido de servicios web y preparado para producción (FastAPI, s. f.). Además, su compatibilidad con servidores ASGI como Uvicorn permite ejecutar aplicaciones web asincrónicas y trabajar con HTTP y WebSockets cuando el sistema lo requiere (Encode, s. f.).

En el proyecto, el backend fue necesario como punto de coordinación entre la mensajería digital, el registro CRM, la base de datos, la automatización y los servicios de procesamiento de información. Su función no se limitó a recibir datos, sino a aplicar reglas del proceso comercial, organizar interacciones y entregar información a los usuarios responsables. El detalle de endpoints, validaciones, servicios internos y estructura del código se reservó para el Capítulo II.

1.3.6. Frontend para las interfaces de gestión comercial

El frontend corresponde a la capa de interacción entre los usuarios y el sistema, por lo que resulta necesario cuando la solución requiere registrar, consultar, revisar y actualizar información mediante una interfaz web. En un módulo CRM, esta capa permite que los usuarios autorizados visualicen prospectos, estados, interacciones y acciones pendientes sin interactuar directamente con la base de datos o con servicios internos. Por ello, el frontend no se entendió como un elemento visual aislado, sino como el medio operativo mediante el cual los usuarios gestionan la información comercial.

React se consideró una alternativa adecuada para el desarrollo de interfaces web porque permite construir interfaces de usuario a partir de componentes reutilizables. Su documentación oficial lo presenta como una biblioteca para interfaces web y nativas basada en componentes que pueden combinarse para formar pantallas, páginas y aplicaciones (React, s. f.). Esta característica resultó pertinente para una aplicación CRM, donde la interfaz puede organizarse en elementos reutilizables como listados, formularios, paneles de seguimiento, estados y vistas de detalle.

Vite se consideró como herramienta complementaria para el entorno frontend, debido a que está orientado a ofrecer una experiencia de desarrollo más rápida y ligera para proyectos web modernos. Su documentación oficial lo describe como una herramienta de construcción para la web y señala que incluye servidor de desarrollo y proceso de compilación para producción (Vite, s. f.-b, s. f.-a). En el alcance del proyecto, el uso de estas tecnologías se justificó por la necesidad de contar con una interfaz web dinámica para operar el CRM, mientras que el diseño específico de pantallas y componentes se reservó para el Capítulo II.

1.3.7. Base de datos relacional para la trazabilidad

Una base de datos relacional resulta adecuada cuando el sistema necesita almacenar información organizada, mantener relaciones entre entidades y consultar registros de manera consistente. PostgreSQL se presenta como un sistema de base de datos objeto-relacional, de código abierto, que utiliza y extiende el lenguaje SQL para almacenar y escalar cargas de datos complejas (PostgreSQL, s. f.). Estas características permitieron considerarlo como una alternativa pertinente para sistemas que requieren organización de datos, integridad y consulta estructurada.

En un módulo CRM, la base de datos cumple una función central porque permite relacionar prospectos, usuarios, interacciones, estados, responsables y acciones realizadas durante el proceso comercial. Esta relación entre entidades es necesaria para conservar trazabilidad, debido a que el sistema no solo almacena datos aislados, sino eventos y cambios vinculados al historial del prospecto. Por ello, el uso de una base relacional favoreció el control de consistencia y la recuperación de información para revisión y seguimiento.

PostgreSQL también cuenta con herramientas de administración que facilitan la gestión técnica de la base de datos. pgAdmin se describe como una herramienta gráfica de administración y desarrollo para PostgreSQL, útil para gestionar servidores, bases de datos y consultas desde una interfaz especializada (pgAdmin, s. f.). En el proyecto, PostgreSQL se justificó como soporte principal para la trazabilidad del CRM, mientras que el modelo de datos, tablas, relaciones y campos específicos se reservó para el Capítulo II.

1.3.8. Canal de mensajería: WhatsApp Cloud API

La selección del canal de mensajería fue un componente importante del estado de la técnica, debido a que el módulo necesitaba recibir interacciones comerciales desde un medio utilizado por los prospectos y, al mismo tiempo, integrarlas con sistemas internos. WhatsApp Business Platform se presenta como una plataforma empresarial de mensajería orientada a generación de prospectos, comercio conversacional, marketing, ventas y soporte mediante API de nivel empresarial (Meta Platforms, s. f.-b). Esta orientación permitió considerar WhatsApp como un canal formal de interacción comercial, y no únicamente como una aplicación de mensajería informal.

La plataforma también contempla usos relacionados con atención al cliente, flujos conversacionales automatizados, enrutamiento hacia agentes humanos e integración con sistemas backend como CRM y automatización de marketing (WhatsApp Business, s. f.). Para el proyecto, esta capacidad fue relevante porque el problema no consistía solo en mantener una conversación con el prospecto, sino en conectar esa interacción con el registro, seguimiento y revisión comercial dentro del CRM.

Frente a alternativas no oficiales o dependientes de automatizaciones externas sin respaldo directo de la plataforma, el uso de una API empresarial oficial ofreció mayor coherencia con el alcance del sistema. Esta decisión permitió sostener una integración orientada a trazabilidad, control del proceso y continuidad operativa.

1.3.9. Orquestación de flujos de automatización

La orquestación de flujos de automatización se relacionó con la coordinación de tareas entre diferentes sistemas, servicios y eventos dentro de un proceso digital. En una arquitectura compuesta por varios componentes, esta capacidad permite conectar acciones como recepción de información, procesamiento, notificación o transferencia de datos sin concentrar toda la

lógica en una sola aplicación. Por ello, la orquestación resultó pertinente para sistemas que requieren integrar mensajería, backend, base de datos y servicios complementarios.

n8n se consideró una alternativa adecuada para este tipo de necesidad, debido a que se presenta como una plataforma de automatización de flujos de trabajo que combina construcción visual, integración con aplicaciones y posibilidad de incorporar código cuando el proceso lo requiere (n8n, s. f.-a). Su documentación también describe la construcción de flujos mediante nodos, disparadores, credenciales, procesamiento de datos, lógica y expresiones, lo que permite modelar procesos automatizados de manera modular (n8n, s. f.-b).

En el alcance del proyecto, la orquestación de flujos permitió considerar automatizaciones de apoyo sin desplazar la lógica principal del CRM ni la revisión humana. Su función se vinculó con tareas complementarias del proceso, mientras que las reglas centrales, estados del prospecto, validación y trazabilidad permanecieron bajo control del módulo CRM.

1.3.10. Modelos locales de inteligencia artificial

Los modelos locales de inteligencia artificial se consideraron dentro del estado de la técnica porque permiten ejecutar capacidades de procesamiento de lenguaje en un entorno controlado por la propia infraestructura del sistema. A diferencia de los servicios de IA completamente externos, este enfoque puede favorecer mayor control sobre la integración, las pruebas y el tratamiento de información dentro del flujo tecnológico definido para el proyecto.

Ollama se presentó como una alternativa pertinente para este propósito, debido a que permite ejecutar modelos de lenguaje y utilizarlos desde aplicaciones mediante una API. Su documentación oficial señala que la API de Ollama permite ejecutar e interactuar programáticamente con modelos, además de ofrecer bibliotecas oficiales para Python y JavaScript (ollama, s. f.). Esta característica resultó compatible con una arquitectura compuesta por backend, servicios de procesamiento y una interfaz web de gestión.

En el módulo CRM inteligente, el uso de modelos locales se relacionó con tareas de apoyo, como interpretar contenido textual, identificar posibles datos relevantes y organizar información proveniente de interacciones comerciales. Su incorporación no implicó delegar decisiones del proceso comercial a la IA, sino utilizarla como componente auxiliar dentro de un flujo donde la información debía mantenerse trazable y sujeta a revisión humana.

1.3.11. Servicios de transcripción automática de audio

Los servicios de transcripción automática de audio se consideraron necesarios porque las interacciones comerciales por mensajería digital no se limitaron a texto escrito. En canales como WhatsApp, los prospectos pueden enviar audios con información relevante para el seguimiento, por lo que el sistema requería una forma de convertir ese contenido oral en texto consultable y procesable.

Whisper se presentó como una alternativa técnica pertinente para esta necesidad. OpenAI lo describe como un sistema de reconocimiento automático de voz entrenado con datos multilingües y multitarea a gran escala, orientado a transcripción, traducción e identificación de idioma (OpenAI, 2022; Radford et al., 2022). Esta capacidad lo volvió compatible con un flujo CRM donde el audio debía transformarse en texto antes de ser organizado o revisado por los usuarios responsables.

1.3.12. Comparación de alternativas tecnológicas

A partir de las tecnologías revisadas, se realizó una comparación de alternativas con el fin de identificar cuáles se ajustaban mejor al alcance del proyecto. La comparación no buscó seleccionar la herramienta más completa en términos generales, sino la combinación más adecuada para registrar interacciones de mensajería digital, organizar información comercial, apoyar el procesamiento de texto y audio, y mantener trazabilidad sobre el prospecto.

Tabla 4*Comparación de alternativas tecnológicas consideradas para el módulo CRM*

Alternativa tecnológica	Aporte principal	Limitación frente al proyecto	Decisión dentro del proyecto
CRM comerciales de propósito general	Centralización de clientes, ventas, servicio y seguimiento comercial.	Podían requerir personalización, integración y costos adicionales para ajustarse al flujo específico.	Se tomaron como referencia funcional.
ERPNext/Frappe	Plataforma empresarial extensible, modular y de código abierto.	Su orientación ERP podía ampliar el alcance hacia procesos no requeridos por el proyecto.	Se consideró como referencia conceptual, no como base final.
Arquitectura propia basada en servicios web	Permitió separar componentes y adaptar el sistema al proceso comercial definido.	Requirió mayor responsabilidad de diseño, integración y desarrollo.	Se seleccionó como enfoque principal.
Docker y contenedores	Favorecieron separación de servicios, portabilidad y entorno reproducible.	Requirieron configuración técnica para coordinar componentes.	Se adoptaron como base de despliegue.
FastAPI para backend	Permitió construir API y coordinar la lógica del sistema con Python.	Requirió definir reglas, rutas e integración con otros servicios.	Se adoptó para la capa de procesamiento.
React y Vite para frontend	Facilitaron una interfaz web dinámica y basada en componentes.	Requirieron diseño de vistas orientadas al flujo comercial.	Se adoptaron para la interfaz de gestión.
PostgreSQL	Permitió almacenar información relacional y mantener trazabilidad del proceso.	Requirió diseño adecuado del modelo de datos.	Se adoptó como base de datos principal.
WhatsApp Cloud API	Permitió integrar mensajería empresarial con sistemas internos.	Requirió manejar eventos, mensajes y reglas de comunicación empresarial.	Se adoptó como canal de mensajería.
n8n	Permitió apoyar flujos de automatización e integración entre servicios.	No debía reemplazar la lógica central del CRM.	Se consideró como apoyo de automatización.
Ollama	Permitió ejecutar modelos locales de inteligencia artificial mediante API.	Requirió control sobre el uso de resultados generados por IA.	Se adoptó como apoyo para procesamiento de lenguaje.
Whisper	Permitió convertir audios en texto para consulta y procesamiento posterior.	La transcripción podía contener errores y requería revisión.	Se adoptó como apoyo para mensajes de voz.

Nota. Elaboración propia con base en Salesforce (s. f.), Microsoft (s. f.), Oracle (s. f.), ERPNext (s. f.), Frappe (s. f.), Docker (s. f.-a, s. f.-b), FastAPI (s. f.), React (s. f.), Vite (s. f.-a, s. f.-b), PostgreSQL Global Development Group (s. f.-a), WhatsApp Business (s. f.-a), n8n (s. f.-a, s. f.-b), Ollama (s. f.), OpenAI (2022) y Radford et al. (2023).

Como se presenta en la Tabla 4, las alternativas comerciales y extensibles ofrecían capacidades relevantes para la gestión empresarial; sin embargo, la arquitectura propia permitió mayor ajuste al flujo específico requerido por STERNGROP S.A.S..

La comparación permitió establecer que la solución más adecuada no correspondía a una única plataforma comercial o ERP, sino a una arquitectura propia integrada por servicios especializados. Esta decisión permitió mantener el alcance del proyecto enfocado en el registro, organización y validación de interacciones comerciales provenientes de mensajería digital.

1.3.13. Justificación de la arquitectura seleccionada

A partir de la comparación presentada en la Tabla 4, se justificó la selección de una arquitectura propia basada en servicios web, debido a que esta alternativa se ajustó mejor al alcance del proyecto. La solución requerida no consistía en implementar un CRM comercial completo ni una plataforma ERP general, sino en desarrollar un módulo capaz de registrar interacciones provenientes de mensajería digital, organizar información del prospecto, apoyar el procesamiento de texto y audio, y mantener trazabilidad durante el proceso comercial.

La arquitectura seleccionada permitió integrar tecnologías con funciones específicas: un backend para coordinar reglas e integraciones, una interfaz web para la operación de usuarios, una base de datos relacional para conservar registros, un canal oficial de mensajería para recibir interacciones, herramientas de automatización para flujos de apoyo, modelos locales de inteligencia artificial para procesamiento de lenguaje y un servicio de transcripción para mensajes de voz. Esta composición favoreció la separación de responsabilidades y evitó

depender de una plataforma única que obligara a adaptar el proceso comercial a un modelo generalista.

La decisión tecnológica también fue coherente con las restricciones del proyecto. El sistema no debía aprobar créditos ni reemplazar la revisión humana, sino facilitar el registro, la organización y la validación de información comercial. Por ello, la arquitectura seleccionada priorizó control del flujo, trazabilidad, modularidad y posibilidad de integración con el proceso real de STERNGROP S.A.S..

1.3.14. Síntesis del capítulo

El capítulo permitió establecer la base conceptual, académica y tecnológica del proyecto. En primer lugar, se revisaron los conceptos relacionados con transformación digital, mensajería empresarial, CRM, automatización, inteligencia artificial, procesamiento de lenguaje natural, transcripción de audio, validación humana y protección de datos personales. Estos elementos permitieron comprender por qué las interacciones comerciales digitales podían convertirse en registros útiles dentro de un sistema CRM.

En segundo lugar, la revisión de trabajos relacionados evidenció que existen avances en automatización de atención al cliente, chatbots, inteligencia artificial aplicada a CRM, procesamiento de texto y reconocimiento de voz. Sin embargo, estos enfoques no siempre se orientan al registro trazable de interacciones provenientes de mensajería digital dentro de un flujo comercial con revisión humana.

Finalmente, el estado de la técnica permitió comparar alternativas tecnológicas comerciales, extensibles y propias. A partir de esa revisión, se justificó una arquitectura basada en servicios web, orientada a integrar mensajería, base de datos, interfaz de gestión, automatización, inteligencia artificial local y transcripción de audio, sin ampliar el alcance hacia funciones ajenas al proceso comercial definido.

1.3.15. Brecha tecnológica identificada

La brecha tecnológica identificada se relacionó con la ausencia de una solución ajustada al proceso comercial de STERNGROP S.A.S. para registrar, organizar y validar interacciones provenientes de mensajería digital. Aunque existen plataformas CRM, herramientas de automatización, asistentes conversacionales, modelos de inteligencia artificial y servicios de transcripción, estas alternativas no resolvían por sí solas la necesidad de integrar texto, audio, revisión gerencial, asignación de responsables y trazabilidad del prospecto en un mismo flujo.

Esta brecha no correspondió a la falta de herramientas tecnológicas disponibles, sino a la necesidad de articularlas dentro de un módulo específico para el contexto de la empresa. Por ello, el problema central no fue crear una nueva plataforma de mensajería, un nuevo modelo de IA o un nuevo sistema de transcripción, sino integrar estas capacidades para apoyar el registro comercial y la validación de información dentro de un CRM.

1.3.16. Aporte del módulo CRM inteligente desarrollado

El aporte del módulo CRM inteligente desarrollado se centró en integrar, dentro de un mismo flujo, el registro de interacciones comerciales provenientes de mensajería digital, la organización de información del prospecto y la validación humana de los datos identificados durante el proceso. Esta integración permitió responder a la brecha tecnológica identificada, debido a que el sistema no se limitó a almacenar contactos ni a automatizar respuestas, sino que vinculó la interacción digital con la trazabilidad comercial del prospecto.

El módulo aportó una solución ajustada al contexto de STERNGROP S.A.S., donde la información inicial del cliente podía recibirse mediante texto o audio y requería ser revisada antes de continuar con la gestión comercial. Por ello, la propuesta articuló mensajería, procesamiento de lenguaje, transcripción de audio, base de datos relacional, roles de usuario y

seguimiento del estado del prospecto, manteniendo la intervención humana como parte del flujo.

De esta manera, el aporte principal del proyecto fue la construcción de un módulo CRM orientado al registro automatizado y validado de interacciones comerciales, sin asumir funciones de aprobación crediticia. Su valor se ubicó en mejorar la organización de la información, reducir la dispersión de datos en conversaciones digitales y fortalecer la trazabilidad del proceso comercial desde el primer contacto hasta la gestión interna del prospecto.

CAPÍTULO II.

Materiales y métodos

El presente capítulo describe los materiales, herramientas tecnológicas y metodología empleados para el desarrollo del módulo CRM inteligente orientado al registro automatizado de interacciones provenientes de mensajería digital. A partir de la fundamentación y selección tecnológica establecida en el Capítulo I, este apartado se enfocó en documentar el proceso técnico seguido para construir el sistema, desde la definición de recursos utilizados hasta la organización metodológica del desarrollo.

En este capítulo se presentan, en primer lugar, los materiales y herramientas empleadas durante la construcción del módulo. Posteriormente, se define la metodología de desarrollo del sistema, precisando su propósito, alcance y enfoque metodológico. Finalmente, se desarrollan las fases aplicadas para transformar el proceso comercial identificado en una solución tecnológica funcional, organizada dentro de un entorno CRM.

2. Materiales y herramientas tecnológicas

Los materiales y herramientas tecnológicas correspondieron a los recursos utilizados para diseñar, construir, ejecutar y validar el módulo CRM inteligente. A diferencia del Capítulo I, donde se justificó la selección de las tecnologías, en este apartado se identificaron los recursos empleados dentro del proceso de desarrollo.

Como se presenta en la Tabla 5, el proyecto requirió herramientas para edición de código, ejecución de servicios, construcción del backend, desarrollo de la interfaz web, almacenamiento de datos, integración con mensajería digital, automatización, inteligencia artificial y transcripción de audio.

Tabla 5*Materiales y herramientas tecnológicas empleadas en el desarrollo del módulo*

Categoría	Material o herramienta	Uso dentro del proyecto
Hardware	Equipo portátil de desarrollo	Utilizado para programar, ejecutar servicios locales y realizar pruebas del sistema.
Sistema operativo	macOS	Entorno base para la instalación y ejecución de herramientas de desarrollo.
Editor de código	Visual Studio Code	Edición y organización del código fuente del backend, frontend y archivos de configuración.
Control de versiones	Git	Registro de cambios y organización del avance del desarrollo.
Contenedores	Docker y Docker Compose	Ejecución separada de los servicios que conformaron la arquitectura del sistema.
Backend	Python, FastAPI y Uvicorn	Construcción de la API, procesamiento de reglas del sistema e integración con servicios internos.
Frontend	React y Vite	Desarrollo de la interfaz web para la gestión de usuarios, prospectos e interacciones.
Base de datos	PostgreSQL 16	Almacenamiento estructurado de prospectos, usuarios, estados, interacciones y trazabilidad.
Administración de base de datos	pgAdmin	Consulta y administración técnica de la base de datos durante el desarrollo.
Mensajería digital	WhatsApp Cloud API	Recepción y envío de mensajes mediante el canal empresarial oficial.
Automatización	n8n	Apoyo en flujos de automatización e integración entre servicios.
Inteligencia artificial local	Ollama	Ejecución de modelos locales para apoyo en procesamiento de información textual.

Transcripción de audio	Whisper	Conversión de mensajes de voz en texto para consulta y procesamiento posterior.
------------------------	---------	---

Las herramientas descritas permitieron construir una solución modular, en la que cada componente cumplió una función específica dentro del sistema. Esta organización facilitó separar la interfaz de usuario, la lógica del backend, la persistencia de datos, la mensajería digital, la automatización, el procesamiento con inteligencia artificial y la transcripción de audio.

2.1. Metodología de desarrollo del sistema

La metodología de desarrollo del sistema permitió organizar el proceso técnico seguido para construir el módulo CRM inteligente. Esta sección estableció el propósito del desarrollo, el alcance funcional considerado y el enfoque metodológico aplicado para construir el sistema de manera progresiva.

2.1.1. Propósito

El propósito del desarrollo fue construir un módulo CRM inteligente orientado al registro automatizado de interacciones comerciales provenientes de mensajería digital. El sistema se enfocó en organizar la información generada durante el contacto con prospectos, registrar datos relevantes dentro del CRM y apoyar la trazabilidad del proceso comercial mediante revisión humana.

El módulo no tuvo como finalidad aprobar créditos ni reemplazar el criterio de gerencia o de los asesores. Su propósito fue servir como herramienta de apoyo para centralizar interacciones, reducir la dispersión de información en conversaciones digitales y facilitar el seguimiento interno de prospectos dentro de STERNGROP S.A.S.

2.1.2. Alcance

El alcance del sistema incluyó el registro de prospectos, la recepción de interacciones provenientes de mensajería digital, la organización de datos comerciales, la asignación de responsables, la validación humana de información identificada y el seguimiento del estado del prospecto. También se consideró el procesamiento de mensajes de texto y audios, con el fin de transformar información conversacional en registros útiles para la gestión comercial.

El alcance no incluyó la aprobación automática de créditos, la evaluación financiera definitiva del cliente ni la sustitución del proceso interno de decisión de la empresa. Tampoco se planteó desarrollar una plataforma ERP completa, sino un módulo CRM específico para apoyar el registro y trazabilidad de interacciones comerciales.

2.1.3. Metodología

Para el desarrollo del sistema se aplicó la metodología de prototipado evolutivo, debido a que permitió construir versiones funcionales del módulo, evaluarlas y refinarlas de manera progresiva hasta obtener una solución ajustada al proceso comercial de STERNGROP S.A.S.. Este enfoque fue adecuado porque los requerimientos se consolidaron a partir del análisis del flujo real de atención, la revisión de necesidades operativas y la incorporación gradual de componentes tecnológicos.

De acuerdo con el enfoque de prototipado, el sistema se construyó mediante incrementos funcionales que permitieron validar avances parciales antes de integrar nuevas capacidades (Pressman & Maxim, 2020). En este proyecto, el desarrollo inició con funciones base relacionadas con usuarios, prospectos y organización de información comercial; posteriormente, se incorporaron componentes relacionados con mensajería digital, asignación de responsables, procesamiento de texto, transcripción de audio y validación humana.

La metodología permitió mantener control sobre el alcance del proyecto, ya que cada incremento se orientó a resolver una necesidad específica del proceso comercial. De esta manera, el desarrollo no se enfocó en construir una plataforma empresarial general, sino en evolucionar un módulo CRM funcional para el registro y seguimiento de interacciones comerciales.

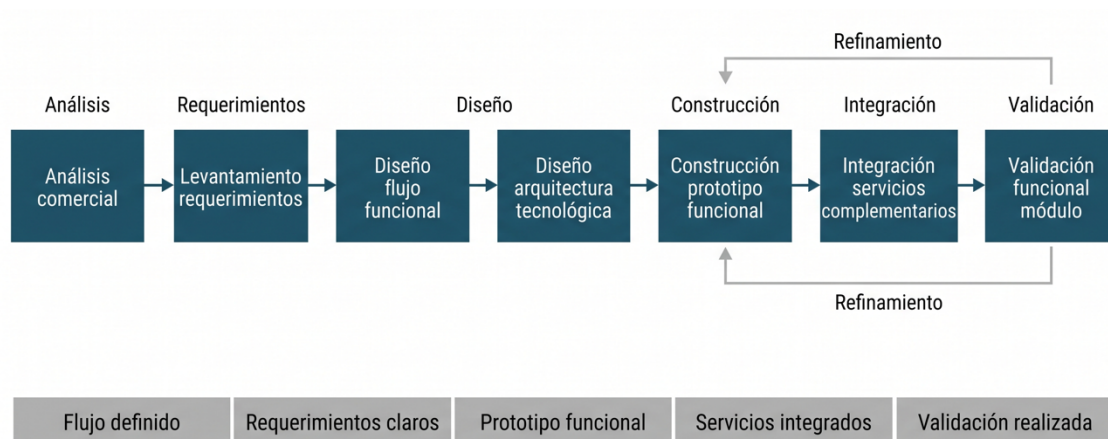
2.2. Fases de desarrollo del módulo CRM inteligente

El desarrollo del módulo CRM inteligente se organizó en fases secuenciales, siguiendo el enfoque de prototipado evolutivo definido en la metodología. Cada fase permitió avanzar desde el análisis del proceso comercial hasta la validación funcional del sistema, incorporando progresivamente los componentes necesarios para registrar, organizar y validar interacciones provenientes de mensajería digital.

Como se observa en la Figura 2, el proceso de desarrollo inició con el análisis del flujo comercial de STERNGROP S.A.S. y continuó con el levantamiento de requerimientos, diseño funcional, diseño tecnológico, construcción del prototipo, integración de servicios y validación funcional.

Figura 2

Fases de desarrollo del módulo CRM inteligente



Nota. Elaboración propia con base en la metodología de prototipado evolutivo aplicada al proyecto.

2.2.1. Fase 1: análisis del proceso comercial

La primera fase consistió en analizar el proceso comercial utilizado por STERNGROP S.A.S. para atender prospectos interesados en productos de financiamiento vehicular. En esta etapa se identificó que una parte importante de la información inicial se recibía mediante mensajería digital, especialmente a través de conversaciones con clientes potenciales.

El análisis permitió reconocer que el problema principal no estaba únicamente en la comunicación con el prospecto, sino en la forma en que esa información se registraba, organizaba y recuperaba posteriormente. Las interacciones podían contener datos relevantes para la revisión comercial, pero al permanecer dispersas en conversaciones digitales dificultaban la trazabilidad del caso y el seguimiento por parte de los responsables.

A partir de esta fase se delimitó que el sistema debía apoyar el registro de interacciones, la organización de datos del prospecto, la revisión humana de la información y la asignación de responsables dentro del proceso CRM.

2.2.2. Fase 2: levantamiento de requerimientos

La segunda fase se orientó al levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales del módulo. Para ello, se consideraron las necesidades identificadas en el proceso comercial, los roles que participarían en el sistema y las acciones necesarias para gestionar prospectos desde el primer contacto hasta su seguimiento interno.

Los requerimientos funcionales se relacionaron con el registro de prospectos, recepción de interacciones, revisión gerencial, asignación de asesores, gestión de estados, validación de información y consulta del historial comercial. Los requerimientos no funcionales se asociaron

con trazabilidad, control de acceso, organización de datos, disponibilidad del sistema y separación de responsabilidades entre componentes.

Esta fase permitió establecer la base para el diseño del sistema, evitando ampliar el alcance hacia funciones no requeridas, como aprobación automática de créditos, evaluación financiera definitiva o construcción de una plataforma ERP completa.

2.2.3. Fase 3: diseño del flujo funcional del sistema

La tercera fase consistió en diseñar el flujo funcional del módulo CRM inteligente a partir de las necesidades identificadas en el proceso comercial. En esta etapa se definió la secuencia general que debía seguir un prospecto desde su primer contacto mediante mensajería digital hasta su revisión, asignación y seguimiento dentro del sistema.

El flujo funcional permitió organizar las etapas principales del proceso: recepción de la interacción, registro del prospecto, revisión previa, asignación de responsable, gestión del caso y validación de información relevante. Esta organización fue necesaria para evitar que el sistema actuara únicamente como un repositorio de mensajes, ya que el objetivo era relacionar cada interacción con un estado, un responsable y un historial comercial.

También se delimitaron los puntos donde debía intervenir el usuario responsable. La información obtenida desde mensajes o audios podía apoyar el registro del prospecto, pero no debía convertirse automáticamente en dato definitivo sin revisión. Por ello, el flujo funcional incorporó validación humana como parte del proceso de gestión del CRM.

2.2.4. Fase 4: diseño de la arquitectura tecnológica

La cuarta fase se orientó al diseño de la arquitectura tecnológica del sistema. A partir del flujo funcional definido, se organizaron los componentes necesarios para que el módulo pudiera

recibir interacciones, procesar información, almacenar registros y presentar datos a los usuarios mediante una interfaz web.

La arquitectura se estructuró mediante servicios con responsabilidades diferenciadas. Se consideró una capa de frontend para la interacción de los usuarios, una capa backend para la lógica del sistema, una base de datos relacional para el almacenamiento de información, un canal de mensajería para la comunicación con prospectos y servicios complementarios para automatización, inteligencia artificial y transcripción de audio.

Este diseño permitió mantener una separación clara entre los componentes del sistema y facilitó la integración progresiva de funcionalidades. Además, evitó concentrar todo el proceso en una única herramienta, lo que permitió adaptar la solución al flujo comercial definido para STERNGROP S.A.S.

2.2.5. Fase 5: construcción del prototipo funcional

La quinta fase correspondió a la construcción del prototipo funcional del módulo CRM inteligente. En esta etapa se implementaron las funciones base necesarias para organizar el proceso comercial dentro del sistema, considerando usuarios, roles, prospectos, estados e interacciones.

El prototipo inicial permitió disponer de una primera versión operativa para registrar información comercial y relacionarla con un responsable dentro del CRM. Esta versión sirvió como base para validar la estructura general del sistema antes de incorporar servicios adicionales, como mensajería, inteligencia artificial y transcripción de audio.

Durante esta fase se priorizó que el módulo permitiera representar el flujo principal del proceso, sin incorporar funciones ajenas al alcance definido. Por ello, la construcción del prototipo se orientó al registro, organización y seguimiento de prospectos, manteniendo la revisión humana como parte del flujo.

2.2.6. Fase 6: integración de servicios complementarios

La sexta fase consistió en integrar servicios complementarios al prototipo funcional. Estos servicios permitieron ampliar las capacidades del módulo sin modificar su propósito principal. La integración incluyó mensajería digital, automatización, procesamiento de información mediante inteligencia artificial y transcripción automática de audios.

La mensajería digital permitió conectar el contacto del prospecto con el sistema CRM. La automatización apoyó tareas de flujo entre componentes. La inteligencia artificial se incorporó como apoyo para identificar información relevante en mensajes, mientras que la transcripción de audio permitió convertir mensajes de voz en texto consultable.

Estas integraciones no cambiaron la finalidad del módulo ni reemplazaron la validación humana. Su función fue complementar el registro de interacciones y facilitar la organización de información comercial dentro del CRM.

2.2.7. Fase 7: validación funcional del módulo

La séptima fase correspondió a la validación funcional del módulo desarrollado. En esta etapa se verificó que las funciones implementadas respondieran al flujo definido para STERNGROP S.A.S. y que el sistema permitiera registrar, organizar y consultar información comercial de los prospectos.

La validación se orientó a comprobar el comportamiento del módulo frente a acciones principales, como registro de prospectos, gestión de estados, revisión previa, asignación de responsables, recepción de interacciones, procesamiento de información y consulta del historial. También se consideró que el sistema mantuviera control de acceso según los roles definidos.

Esta fase permitió confirmar que el prototipo evolucionado cumplía con el propósito del proyecto: apoyar el registro automatizado y trazable de interacciones comerciales provenientes

de mensajería digital, sin asumir decisiones crediticias ni sustituir la revisión del personal responsable.

2.3. Requerimientos del sistema

Los requerimientos del sistema se definieron a partir del proceso comercial analizado y del alcance establecido para el módulo CRM inteligente. Estos requerimientos permitieron delimitar las funciones necesarias para registrar interacciones provenientes de mensajería digital, organizar información del prospecto, controlar el acceso por roles y mantener trazabilidad durante la gestión comercial.

En este apartado se presentan los requerimientos funcionales, los requerimientos no funcionales y los roles considerados para la operación del sistema. La definición de estos elementos permitió orientar el desarrollo del módulo sin ampliar su alcance hacia procesos ajenos, como la aprobación automática de créditos o la evaluación financiera definitiva del cliente.

2.3.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales describieron las acciones que el módulo debía permitir a los usuarios según el flujo comercial definido. Estos requerimientos se enfocaron en el registro, gestión, revisión y seguimiento de prospectos dentro del CRM.

Tabla 6*Requerimientos funcionales del módulo CRM inteligente*

Código	Requerimiento funcional	Descripción
RF-01	Gestionar usuarios del sistema	El sistema debía permitir la creación, edición, activación y desactivación de usuarios autorizados.
RF-02	Controlar el acceso por roles	El sistema debía limitar las acciones de acuerdo con el rol asignado: administrador, gerente o asesor.
RF-03	Registrar prospectos	El sistema debía permitir el registro de prospectos con información básica para su seguimiento comercial.
RF-04	Recibir interacciones de mensajería digital	El sistema debía registrar mensajes provenientes del canal digital asociado al prospecto.
RF-05	Registrar mensajes de texto	El sistema debía almacenar mensajes escritos como parte del historial de interacción del prospecto.
RF-06	Registrar mensajes de audio	El sistema debía conservar interacciones de audio recibidas durante el proceso comercial.
RF-07	Transcribir audios	El sistema debía convertir mensajes de voz en texto para facilitar su consulta y procesamiento posterior.
RF-08	Apoyar la identificación de información relevante	El sistema debía permitir el uso de inteligencia artificial como apoyo para identificar datos presentes en mensajes o transcripciones.
RF-09	Validar información identificada	El sistema debía permitir que un usuario responsable revisara y confirmara la información antes de incorporarla como dato formal.

RF-10	Gestionar revisión previa del prospecto	El sistema debía permitir que gerencia revise la información inicial antes de asignar el caso a un asesor.
RF-11	Asignar responsables	El sistema debía permitir la asignación de prospectos a asesores o a gerencia cuando correspondiera.
RF-12	Gestionar estados del prospecto	El sistema debía permitir el cambio de estados según el avance del proceso comercial.
RF-13	Consultar historial de interacciones	El sistema debía permitir revisar el historial de mensajes, audios, transcripciones y acciones asociadas al prospecto.
RF-14	Mantener trazabilidad de acciones	El sistema debía registrar acciones relevantes realizadas sobre el prospecto, incluyendo cambios de estado, revisión y asignación.
RF-15	Consultar prospectos asignados	El sistema debía permitir que cada asesor visualice los prospectos asignados para su gestión comercial.

Los requerimientos funcionales definidos permitieron orientar el desarrollo hacia las necesidades principales del proceso comercial. De esta manera, el módulo se enfocó en registrar, organizar y validar información de prospectos, manteniendo la intervención humana en las etapas donde se requería revisión o criterio comercial.

2.3.2. Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales definieron las condiciones de calidad que debía cumplir el módulo CRM inteligente para operar de manera adecuada. Estos requerimientos no describieron acciones directas del usuario, sino características relacionadas con seguridad, trazabilidad, disponibilidad, organización de datos, mantenibilidad e integración entre componentes.

Tabla 7*Requerimientos no funcionales del módulo CRM inteligente*

Código	Requerimiento no funcional	Descripción
RNF-01	Control de acceso	El sistema debía restringir el acceso a la información y a las funciones según el rol del usuario autenticado.
RNF-02	Trazabilidad	El sistema debía conservar registro de acciones relevantes, como cambios de estado, asignaciones, revisiones e interacciones asociadas al prospecto.
RNF-03	Integridad de la información	Los datos registrados debían mantenerse consistentes entre prospectos, usuarios, interacciones, estados y responsables.
RNF-04	Confidencialidad	La información comercial y personal de los prospectos debía estar disponible únicamente para usuarios autorizados.
RNF-05	Disponibilidad operativa	El sistema debía permitir la ejecución de sus componentes principales en un entorno controlado mediante servicios separados.
RNF-06	Modularidad	La solución debía organizarse en componentes diferenciados para backend, frontend, base de datos, mensajería, inteligencia artificial y transcripción.
RNF-07	Mantenibilidad	La estructura del sistema debía facilitar ajustes, correcciones y ampliaciones sin modificar completamente la solución.
RNF-08	Interoperabilidad	El módulo debía comunicarse con servicios externos o complementarios mediante API y flujos de integración.
RNF-09	Usabilidad	La interfaz debía permitir que los usuarios gestionaran prospectos, revisiones e interacciones de forma clara y ordenada.
RNF-10	Validación de resultados generados por IA	La información identificada por inteligencia artificial o transcripción debía pasar por revisión humana antes de considerarse definitiva.

Estos requerimientos permitieron orientar el desarrollo hacia una solución controlada y trazable. En particular, se priorizó que el sistema mantuviera separación de responsabilidades,

acceso por roles y revisión humana de la información generada o sugerida por componentes automáticos.

2.3.3. Roles de usuario del sistema

Los roles de usuario se definieron para controlar el acceso a las funciones del módulo CRM inteligente y organizar las responsabilidades dentro del proceso comercial. Esta delimitación fue necesaria porque no todos los usuarios debían visualizar, modificar o gestionar la misma información de los prospectos.

Como se presenta en la Tabla 8, el sistema consideró tres roles internos principales: administrador, gerente y asesor. Cada rol se relacionó con acciones específicas dentro del módulo, manteniendo el principio de acceso según responsabilidad.

Tabla 8

Roles de usuario definidos para el módulo CRM inteligente

Rol	Responsabilidad principal	Funciones dentro del sistema
Administrador	Gestionar usuarios y configuración básica del sistema.	Crear, editar, activar o desactivar usuarios; asignar roles; mantener el acceso autorizado al sistema.
Gerente	Revisar prospectos, controlar asignaciones y supervisar el proceso comercial.	Revisar información inicial del prospecto; definir continuidad del caso; asignar responsables; supervisar prospectos e interacciones.
Asesor	Gestionar prospectos asignados y dar seguimiento comercial.	Consultar prospectos asignados; revisar historial de interacciones; actualizar información validada; registrar seguimiento comercial.

La Tabla 8 permitió delimitar las responsabilidades internas del sistema. El administrador se orientó al control de usuarios, el gerente a la revisión y supervisión del proceso comercial, y el asesor a la gestión de los prospectos asignados. Esta separación evitó que todos los usuarios

tuvieran acceso completo a la información y permitió mantener trazabilidad sobre las acciones realizadas dentro del CRM.

2.4. Diseño del sistema

El diseño del sistema permitió representar la forma en que se organizaron los componentes funcionales y tecnológicos del módulo CRM inteligente. Esta sección no vuelve a justificar las tecnologías seleccionadas, sino que describe cómo se estructuró la solución para responder al flujo comercial definido.

El diseño consideró la arquitectura general del módulo, el flujo funcional del proceso CRM, el modelo de datos, las interfaces principales y el control de acceso por roles. Estos elementos permitieron orientar la implementación del sistema de manera ordenada, manteniendo relación con los requerimientos funcionales y no funcionales definidos previamente.

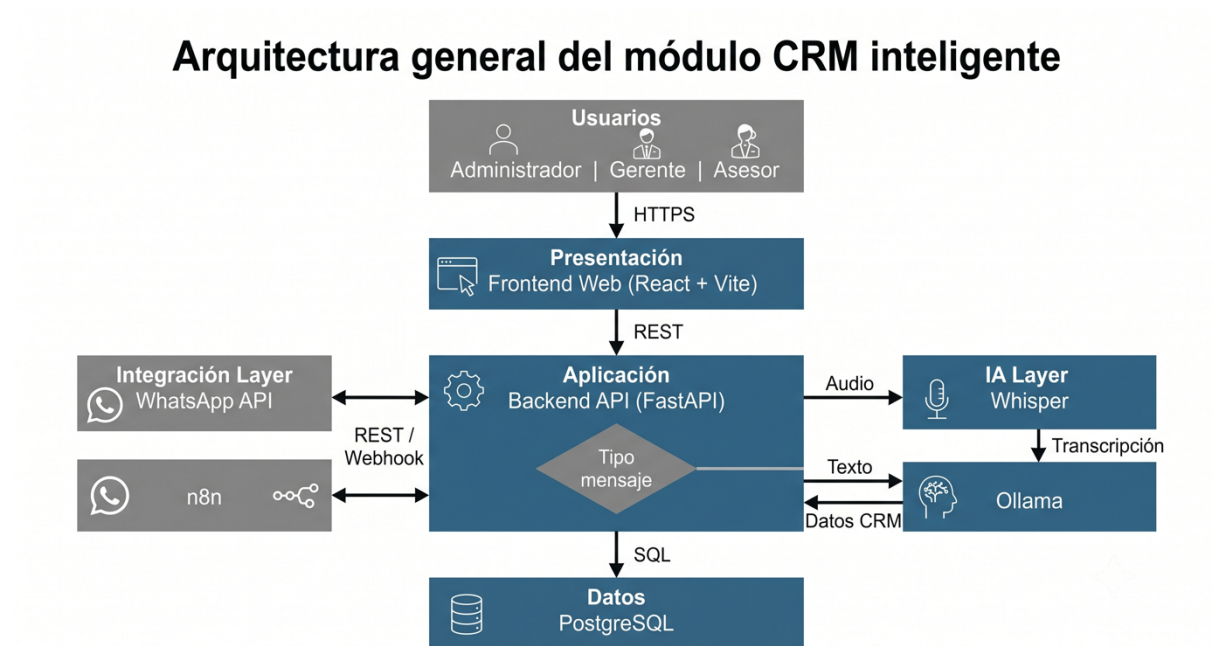
2.4.1. Arquitectura general

La arquitectura general del módulo CRM inteligente se diseñó bajo una organización por componentes, donde cada servicio cumplió una responsabilidad específica dentro del sistema. Esta separación permitió diferenciar la interfaz de usuario, la lógica de negocio, el almacenamiento de información, la mensajería digital, la automatización, la inteligencia artificial y la transcripción de audio.

Como se muestra en la Figura 3, el frontend permitió la interacción de administradores, gerentes y asesores con el sistema. El backend actuó como núcleo de procesamiento, gestionando reglas del módulo, comunicación con la base de datos e integración con servicios complementarios. PostgreSQL permitió almacenar usuarios, prospectos, interacciones, estados, asignaciones y registros de trazabilidad. Además, se integraron servicios externos y locales para recibir mensajes, procesar información textual, transcribir audios y apoyar flujos automatizados.

Figura 3

Arquitectura general del módulo CRM inteligente



La Figura 3 resume la organización técnica del sistema y muestra que el módulo no dependió de una única herramienta centralizada. En su lugar, se estructuró mediante componentes conectados entre sí, lo que permitió mantener el control del flujo CRM y separar las funciones críticas del sistema. Esta arquitectura fue coherente con los requerimientos de modularidad, trazabilidad, control de acceso e integración definidos para el proyecto.

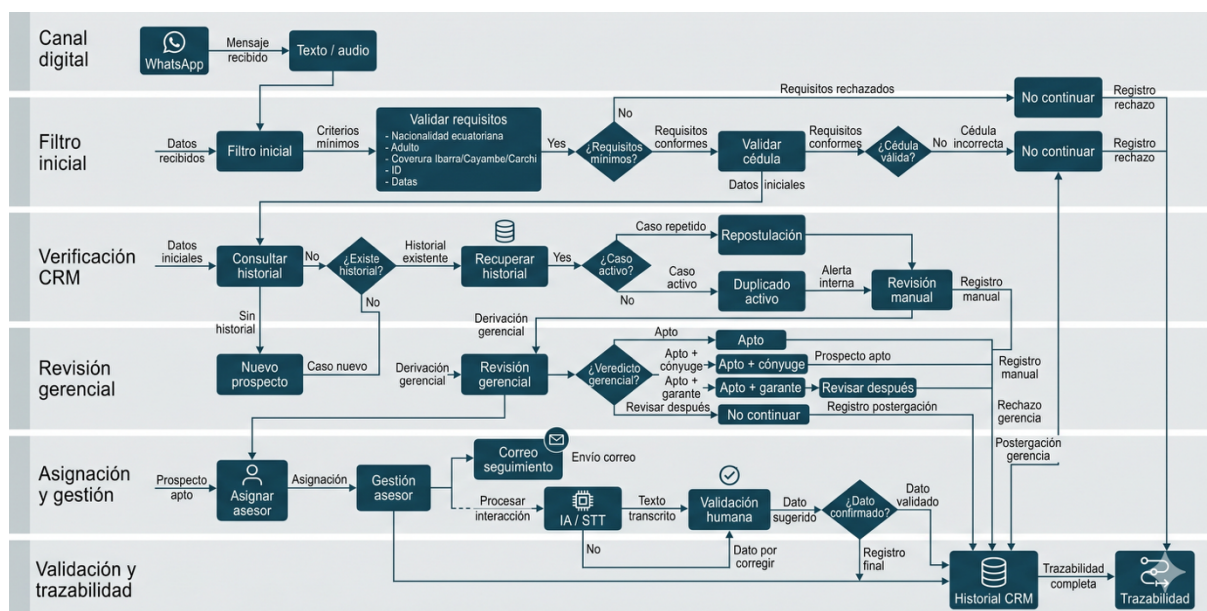
2.4.2. Flujo funcional del módulo CRM

El flujo funcional del módulo CRM inteligente representó la secuencia que siguió un prospecto dentro del sistema, desde el primer contacto por mensajería digital hasta su gestión interna por parte del personal autorizado. Este flujo se diseñó para mantener trazabilidad sobre cada etapa del proceso comercial y evitar que las interacciones quedaran aisladas del historial del prospecto.

Como se observa en la Figura 4, el proceso inició con el contacto del prospecto mediante WhatsApp. Posteriormente, el sistema registró la interacción, organizó la información inicial y permitió que gerencia realizara una revisión previa antes de asignar el caso a un asesor. Una vez asignado, el asesor gestionó el seguimiento comercial, revisó el historial de interacciones y validó la información identificada a partir de mensajes o audios.

Figura 4

Flujo funcional del módulo CRM inteligente



La Figura 4 muestra que el módulo no actuó únicamente como un receptor de mensajes, sino como un sistema de apoyo para ordenar el proceso comercial. Cada etapa se vinculó con un responsable, un estado y un registro dentro del CRM, permitiendo conservar el historial del prospecto y controlar la continuidad de la gestión sin asumir decisiones crediticias automáticas.

2.4.3. Modelo de datos

El modelo de datos se diseñó para almacenar de forma estructurada la información generada durante el proceso comercial del módulo CRM inteligente. Su propósito fue relacionar

prospectos, usuarios, roles, interacciones, estados, asignaciones y validaciones dentro de una misma estructura lógica.

Como se observa en la Figura 5, el prospecto fue considerado la entidad central del modelo, debido a que alrededor de este se registraron las interacciones provenientes de mensajería digital, las revisiones realizadas por gerencia, las asignaciones de responsables y los cambios de estado. Esta organización permitió conservar el historial del caso y asociar cada acción con un usuario responsable.

Figura 5

Modelo lógico de datos del módulo CRM inteligente



La Figura 5 permitió representar la relación entre las entidades principales del sistema. El diseño priorizó que cada prospecto mantuviera un historial completo de interacciones y acciones internas, evitando registros aislados o sin responsable. Además, la inclusión de entidades asociadas a revisión, asignación, transcripción y validación permitió que el sistema mantuviera trazabilidad sobre la información generada durante la gestión comercial.

2.4.4. Diseño de interfaces principales

El diseño de interfaces principales se planteó de acuerdo con los roles definidos para el módulo CRM inteligente y con las acciones necesarias dentro del proceso comercial. Las pantallas se organizaron para que cada usuario accediera únicamente a las funciones relacionadas con su responsabilidad dentro del sistema.

Como se presenta en la Tabla 9, las interfaces principales se orientaron a la autenticación, administración de usuarios, revisión de prospectos, asignación de responsables, gestión de interacciones y validación de información. Esta organización permitió estructurar la navegación del sistema sin sobrecargar a los usuarios con funciones no relacionadas con su rol.

Tabla 9

Interfaces principales consideradas en el diseño del módulo CRM inteligente

Interfaz	Usuario relacionado	Propósito
Inicio de sesión	Administrador, gerente y asesor	Permitir el acceso controlado al sistema mediante credenciales de usuario.
Panel de administración	Administrador	Gestionar usuarios, roles y estado de acceso al sistema.
Panel de gerencia	Gerente	Revisar prospectos, consultar información inicial y controlar asignaciones.
Prospectos en revisión	Gerente	Visualizar casos que requieren revisión previa antes de continuar con la gestión comercial.
Mis prospectos	Asesor y gerente asignado	Consultar los prospectos asignados para seguimiento comercial.

Historial de interacciones	Gerente y asesor asignado	Revisar mensajes, audios, transcripciones y registros asociados al prospecto.
Validación de información	Gerente y asesor asignado	Revisar y confirmar datos identificados desde mensajes, audios o procesamiento automático.
Ficha del prospecto	Gerente y asesor asignado	Consultar la información organizada del prospecto y su avance dentro del proceso comercial.

La Tabla 9 resume las interfaces consideradas para el módulo y evidencia que el diseño se orientó al trabajo por roles. De esta forma, el administrador se enfocó en la gestión de usuarios, gerencia en revisión y asignación, y el asesor en el seguimiento de prospectos asignados. Esta separación permitió mantener orden operativo y control sobre la información visible para cada usuario.

2.5. Implementación del sistema

La implementación del sistema correspondió a la construcción técnica de los componentes definidos en el diseño del módulo CRM inteligente. Esta etapa permitió transformar los requerimientos y la arquitectura propuesta en servicios funcionales para la gestión de usuarios, prospectos, interacciones, asignaciones, validación de información y trazabilidad del proceso comercial.

La implementación se organizó de acuerdo con los componentes principales del sistema: backend, frontend, base de datos, integración con mensajería digital, procesamiento con inteligencia artificial y transcripción automática de audio. Para evitar una descripción extensa del código fuente, en esta sección se incluyeron únicamente fragmentos representativos de los procesos técnicos más relevantes.

Los fragmentos de código incorporados tuvieron como finalidad evidenciar la construcción de funciones clave del sistema, no reemplazar la documentación completa del repositorio. Por ello, se priorizaron partes relacionadas con la lógica de negocio, integración entre servicios y validación de información, manteniendo el código completo como respaldo técnico del proyecto.

2.5.1. Implementación del backend

El backend del módulo CRM inteligente se implementó mediante una API encargada de procesar las reglas principales del sistema y coordinar la comunicación entre la interfaz web, la base de datos y los servicios complementarios. Este componente permitió gestionar usuarios, prospectos, revisiones, asignaciones, interacciones, transcripciones y validaciones dentro del flujo CRM.

Una de las funciones principales del backend fue recibir interacciones provenientes de WhatsApp y asociarlas con un prospecto dentro del sistema. Para ello, el backend identificó el número remitente, buscó o creó el prospecto correspondiente, creó una conversación activa, evitó el registro duplicado de mensajes y almacenó la interacción en la base de datos.

Como se muestra en la Figura 6, el fragmento de código corresponde al procesamiento de un mensaje recibido desde el webhook de WhatsApp. Este fragmento fue tomado del archivo `backend/app/routes/whatsapp.py` y representa el flujo central de registro de interacciones entrantes.

Figura 6

Fragmento de código para el registro de interacciones provenientes de WhatsApp

```
def procesar_mensaje_meta(value: dict, message: dict, contacts: list[dict]):  
    wa_message_id = message.get("id")  
    wa_from = message.get("from")
```

```

wa_timestamp = message.get("timestamp")

metadata = value.get("metadata") or {}
phone_number_id = metadata.get("phone_number_id")
display_phone_number = metadata.get("display_phone_number")

contacto = contacts[0] if contacts else {}
profile_name = ((contacto.get("profile") or {}).get("name") or "").strip()

msg_tipo, texto = texto_y_tipo_desde_mensaje_meta(message)
media_id = obtener_media_id_mensaje_meta(message)

prospecto, prospecto_creado = obtener_o_crear_prospecto_webhook(
    telefono=wa_from,
    profile_name=profile_name
)

canal = obtener_o_crear_canal_whatsapp()
conversacion = obtener_o_crear_conversacion(
    pros_id=prospecto["pros_id"],
    can_id=canal["can_id"]
)

if wa_message_id:
    existente = fetch_one("""
        SELECT *
        FROM mensajes
        WHERE msg_id_externo = %s
        AND deleted_at IS NULL
        LIMIT 1;
        """, (wa_message_id,))

    if existente:
        logger.info(

```

```
        "WhatsApp webhook: mensaje duplicado omitido msg_id=%s
pros_id=%s",
        wa_message_id,
        prospecto["pros_id"]
    )
    return {
        "duplicado": True,
        "prospecto": prospecto,
        "prospecto_creado": prospecto_creado,
        "conversacion": conversacion,
        "mensaje": existente,
        "sugerencias": [],
    }
```

Nota. Fragmento adaptado del archivo `backend/app/routes/whatsapp.py` del proyecto desarrollado.

La Figura 6 evidencia que el backend no registró los mensajes de forma aislada, sino asociados a un prospecto y a una conversación activa. Además, el código incorporó una verificación del identificador externo del mensaje para evitar duplicados y registró la acción dentro del historial del prospecto. Esta lógica permitió mantener trazabilidad sobre las interacciones recibidas desde WhatsApp.

El mismo flujo también permitió diferenciar el tratamiento de mensajes de texto y mensajes de audio. En el caso de texto, el contenido pudo enviarse al proceso de identificación de información relevante; en el caso de audio, el sistema activó el procesamiento de transcripción antes de continuar con la extracción de datos. Con ello, el backend actuó como componente central para conectar la mensajería digital con el registro estructurado del CRM.

2.5.2. Implementación del frontend

El frontend del módulo CRM inteligente se implementó como una interfaz web orientada a la operación de los roles definidos para el sistema. Esta capa permitió que administradores, gerentes y asesores accedieran a las funciones correspondientes según su responsabilidad dentro del proceso comercial.

La interfaz se organizó mediante rutas protegidas, de manera que cada usuario accediera únicamente al panel autorizado. El administrador ingresó al panel de gestión de usuarios, gerencia al panel de revisión y asignación de prospectos, y el asesor al panel de seguimiento de los casos asignados.

Como se presenta en la Figura 7, el frontend incorporó una validación de sesión y rol antes de renderizar cada vista. Este fragmento fue tomado de los archivos `frontend/src/App.jsx` y `frontend/src/components/ProtectedRoute.jsx`.

Figura 7

Fragmento de código para el control de acceso por roles en el frontend

```
function ProtectedRoute({ children, allowedRoles }) {
  const { user, loadingAuth } = useAuth();

  if (loadingAuth) {
    return (
      <div className="center-screen">
        <div className="loading-card">Cargando sesión...</div>
      </div>
    );
  }

  if (!user) {
    return <Navigate to="/login" replace />;
  }
}
```

```
    if (allowedRoles && !allowedRoles.includes(user.rol_nombre)) {
      return <Navigate to="/unauthorized" replace />;
    }

    return children;
  }

export default function App() {
  return (
    <Routes>
      <Route path="/" element={<Navigate to="/login" replace />} />

      <Route path="/login" element={<Login />} />

      <Route
        path="/admin"
        element={
          <ProtectedRoute allowedRoles={["ADMINISTRADOR"]} >
            <AdminHome />
          </ProtectedRoute>
        }
      />

      <Route
        path="/gerencia"
        element={
          <ProtectedRoute allowedRoles={["GERENTE", "ADMINISTRADOR"]} >
            <GerenciaHome />
          </ProtectedRoute>
        }
      />

      <Route
        path="/asesor"
        element={
          <ProtectedRoute allowedRoles={["ASESOR", "GERENTE"]} >
            <AsesorHome />
          </ProtectedRoute>
        }
      />
```

```
    <Route path="/unauthorized" element={<Unauthorized />} />
    <Route path="*" element={<Navigate to="/login" replace />} />
  </Routes>
);
}
```

Nota. Fragmento adaptado de los archivos `frontend/src/App.jsx` y `frontend/src/components/ProtectedRoute.jsx` del proyecto desarrollado.

La Figura 7 muestra que el frontend no solo presentó pantallas, sino que también aplicó control de acceso antes de permitir la navegación interna. Esta implementación evitó que un usuario sin sesión ingresara al sistema y restringió las vistas disponibles según el rol autenticado.

Además del enrutamiento protegido, el frontend incorporó componentes para consultar prospectos, abrir fichas de gestión, revisar historial de interacciones y validar información comercial. Estas interfaces consumieron la API del backend y permitieron que las acciones realizadas por cada usuario se mantuvieran dentro del flujo CRM definido.

2.5.3. Implementación de la base de datos

La base de datos del módulo CRM inteligente se implementó en PostgreSQL, mediante un esquema relacional orientado a conservar la información del proceso comercial. Su estructura permitió almacenar prospectos, usuarios, roles, interacciones, revisiones, asignaciones, transcripciones, datos identificados y registros de trazabilidad.

En esta implementación, el prospecto se manejó como entidad central del sistema. A partir de este registro se relacionaron las conversaciones generadas por mensajería digital y los mensajes recibidos o enviados durante la gestión comercial. Esta organización permitió que cada interacción quedara asociada a un prospecto específico y a una conversación dentro del CRM.

Como se presenta en la Figura 8, el fragmento de código corresponde a la creación de las tablas principales para el registro de prospectos, conversaciones y mensajes. Este fragmento fue tomado del archivo database/init.sql.

Figura 8

Fragmento SQL para la creación de tablas principales del registro CRM

```
CREATE TABLE public.prospectos (  
    pros_id integer NOT NULL,  
    pros_nombre_completo character varying(200),  
    pros_telefono character varying(30) NOT NULL,  
    pros_identificacion character varying(30),  
    pros_nacionalidad character varying(80),  
    pros_fecha_nacimiento date,  
    pros_estado_civil character varying(50),  
    pros_ciudad character varying(100),  
    pros_zona character varying(50),  
    pros_pareja_nombre character varying(200),  
    pros_pareja_identificacion character varying(30),  
    pros_pareja_fecha_nacimiento date,  
    pros_pareja_ciudad character varying(100),  
    pros_pareja_zona character varying(50),  
    pros_canal_origen character varying(80) DEFAULT  
'WHATSAPP_EMPRESARIAL'::character varying NOT NULL,  
    pros_estado character varying(50) DEFAULT 'NUEVO'::character varying  
NOT NULL,  
    pros_resultado_filtro character varying(50) DEFAULT  
'PENDIENTE'::character varying NOT NULL,  
    pros_motivo_resultado text,  
    pros_fecha_proxima_revision date,  
    pros_observacion text,  
    creado_por integer,  
    actualizado_por integer,  
    eliminado_por integer,  
    motivo_eliminacion text,  
    created_at timestamp without time zone DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP NOT  
NULL,  
    updated_at timestamp without time zone,  
    deleted_at timestamp without time zone
```

```

);

CREATE TABLE public.conversaciones (
    conv_id integer NOT NULL,
    pros_id integer,
    can_id integer NOT NULL,
    conv_estado character varying(50) DEFAULT 'ABIERTA'::character
    varying NOT NULL,
    conv_fecha_inicio timestamp without time zone DEFAULT
    CURRENT_TIMESTAMP NOT NULL,
    conv_fecha_ultimo_mensaje timestamp without time zone,
    conv_resumen text,
    conv_observacion text,
    created_at timestamp without time zone DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP NOT
    NULL,
    updated_at timestamp without time zone,
    deleted_at timestamp without time zone
);

CREATE TABLE public.mensajes (
    msg_id integer NOT NULL,
    conv_id integer NOT NULL,
    msg_remitente character varying(50) NOT NULL,
    usuario_id integer,
    msg_tipo character varying(50) DEFAULT 'TEXTO'::character varying NOT
    NULL,
    msg_contenido_texto text,
    msg_direccion character varying(20) NOT NULL,
    msg_id_externo character varying(150),
    msg_estado_envio character varying(50) DEFAULT 'RECIBIDO'::character
    varying,
    msg_fecha_mensaje timestamp without time zone DEFAULT
    CURRENT_TIMESTAMP NOT NULL,
    msg_procesado_por_ia boolean DEFAULT false NOT NULL,
    msg_estado_procesamiento character varying(50) DEFAULT
    'PENDIENTE'::character varying NOT NULL,
    created_at timestamp without time zone DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP NOT
    NULL,
    updated_at timestamp without time zone,
    deleted_at timestamp without time zone
);

```

Nota. Fragmento adaptado del archivo database/init.sql del proyecto desarrollado.

La Figura 8 evidencia la estructura base utilizada para registrar el flujo principal de información del CRM. La tabla `prospectos` almacenó los datos principales del cliente potencial y su estado dentro del proceso. La tabla `conversaciones` permitió asociar el prospecto con un canal de comunicación, mientras que la tabla `mensajes` registró cada interacción recibida o enviada.

Esta estructura permitió mantener un historial ordenado de comunicación, identificar el origen de los mensajes y conservar información necesaria para el procesamiento posterior. Además, los campos de creación, actualización y eliminación lógica contribuyeron a mantener trazabilidad sobre los registros almacenados en el sistema.

2.5.4. Integración con WhatsApp Cloud API

La integración con WhatsApp Cloud API permitió que el módulo CRM inteligente mantuviera comunicación con los prospectos mediante el canal empresarial definido para el proyecto. En la implementación, este servicio se utilizó para recibir interacciones entrantes y también para enviar respuestas automáticas o mensajes generados durante el flujo inicial de atención.

En esta sección se presenta únicamente el proceso de envío de mensajes, debido a que la recepción y registro de interacciones ya fue descrita en la implementación del backend. Esta separación evitó repetir el mismo flujo y permitió evidenciar la comunicación saliente desde el CRM hacia WhatsApp.

Como se muestra en la Figura 9, el sistema construyó un payload compatible con WhatsApp Cloud API, envió el mensaje mediante una petición HTTP hacia Graph API y registró el resultado dentro de la tabla de mensajes. El fragmento fue tomado del archivo `backend/app/routes/whatsapp.py`.

Figura 9

Fragmento de código para el envío y registro de mensajes mediante WhatsApp Cloud API

```
def enviar_mensaje_whatsapp_cloud(telefono: str, texto: str):
    version = (settings.WHATSAPP_GRAPH_API_VERSION or "v20.0").strip()
    phone_number_id = settings.WHATSAPP_PHONE_NUMBER_ID.strip()
    token = settings.WHATSAPP_ACCESS_TOKEN.strip()
    url =
f"https://graph.facebook.com/{version}/{phone_number_id}/messages"

    payload = {
        "messaging_product": "whatsapp",
        "to": normalizar_telefono_whatsapp(telefono),
        "type": "text",
        "text": {
            "preview_url": False,
            "body": texto,
        },
    }

    data = json.dumps(payload, ensure_ascii=False).encode("utf-8")
    request = urllib.request.Request(
        url,
        data=data,
        headers={
            "Authorization": f"Bearer {token}",
            "Content-Type": "application/json",
        },
        method="POST",
    )

    with urllib.request.urlopen(request, timeout=10) as response:
        response_body = response.read().decode("utf-8")

    respuesta_json = json.loads(response_body)
    mensajes = respuesta_json.get("messages") or []
    msg_id_externo = (mensajes[0] or {}).get("id") if mensajes else None

    return msg_id_externo, response_body
```

```
def enviar_o_registrar_respuesta_bot(
    conversacion: dict,
    telefono: str | None,
    texto: str | None,
    enviar_real: bool = True,
):
    if not texto:
        return None

    if not enviar_real or not whatsapp_envio_configurado():
        return registrar_mensaje_saliente_bot(
            conv_id=conversacion["conv_id"],
            texto=texto,
            estado_envio="SIMULADO",
        )

    try:
        msg_id_externo, respuesta = enviar_mensaje_whatsapp_cloud(
            telefono=telefono or "",
            texto=texto,
        )

        return registrar_mensaje_saliente_bot(
            conv_id=conversacion["conv_id"],
            texto=texto,
            estado_envio="ENVIADO",
            msg_id_externo=msg_id_externo,
        )

    except Exception:
        return registrar_mensaje_saliente_bot(
            conv_id=conversacion["conv_id"],
            texto=texto,
            estado_envio="ERROR",
        )
```

Nota. Fragmento adaptado del archivo `backend/app/routes/whatsapp.py` del proyecto desarrollado. No se incluyeron tokens, identificadores sensibles ni variables de entorno privadas.

La Figura 9 muestra que el envío de mensajes no se limitó a ejecutar una petición externa hacia WhatsApp Cloud API. El sistema también registró el mensaje saliente dentro de la conversación correspondiente, marcando su estado como enviado, simulado o error, según el resultado del proceso.

Esta implementación permitió conservar trazabilidad sobre las respuestas generadas desde el CRM. De esta manera, las comunicaciones salientes quedaron vinculadas al historial del prospecto y pudieron ser consultadas posteriormente por los usuarios autorizados del sistema.

2.5.5. Implementación de inteligencia artificial

La inteligencia artificial se implementó como apoyo para identificar información relevante dentro de los mensajes registrados en el CRM. Su función no fue aprobar créditos ni tomar decisiones comerciales definitivas, sino sugerir datos que posteriormente debían ser revisados y validados por un usuario autorizado.

El procesamiento se aplicó sobre el texto recibido desde mensajes escritos o desde transcripciones de audio. Para ello, el sistema envió el contenido textual a un modelo local ejecutado mediante Ollama, solicitando que la respuesta se devuelva en formato JSON. De esta manera, los datos detectados pudieron almacenarse como sugerencias estructuradas dentro del sistema.

Como se muestra en la Figura 10, el servicio de extracción combinó el procesamiento mediante IA local con una heurística de respaldo. Esta lógica permitió que, si el modelo local no respondía o no detectaba información útil, el sistema intentara identificar datos mediante reglas internas antes de marcar el mensaje como procesado sin información.

Figura 10

Fragmento de código para la extracción de datos mediante IA local y respaldo heurístico

```
def extraer_con_ollama(texto: str):
    import requests

    prompt = f"""
    Extrae datos comerciales y crediticios del siguiente mensaje de WhatsApp.
    Devuelve exclusivamente un JSON array. No agregues texto fuera del JSON.
    Cada item debe tener:
    dato_categoria, dato_nombre, dato_valor_detectado,
    dato_valor_normalizado,
    dato_confianza_ia, dato_observacion.

    Usa solo los campos válidos definidos para el CRM.
    No infieras datos sin evidencia textual clara.

    Mensaje:
    \"{texto}\"

    """

    response = requests.post(
        f"{settings.OLLAMA_BASE_URL.rstrip('/')}/api/generate",
        json={
            "model": settings.OLLAMA_MODEL,
            "prompt": prompt,
            "stream": False,
            "format": "json",
        },
        timeout=6,
    )
    response.raise_for_status()

    data = response.json()
    respuesta = data.get("response", "")

    return limpiar_sugerencias(
        extraer_json_desde_respuesta(respuesta),
        "Detectado por IA local desde mensaje entrante."
```

```

    )

def extraer_datos_desde_mensaje_con_estado(texto: str):
    if not texto or not texto.strip():
        return {
            "sugerencias": [],
            "estado_procesamiento": "SIN_TEXTO",
            "error": "Mensaje sin texto para procesar.",
        }

    error_ollama = None
    sugerencias_ia = []

    try:
        sugerencias_ia = extraer_con_ollama(texto)
    except Exception as exc:
        error_ollama = str(exc)
        logger.warning(
            "Extracción IA: Ollama falló; se ejecuta heurística de respaldo. error=%s",
            exc,
        )

    sugerencias_respaldo = extraer_con_heuristica(texto)
    sugerencias_combinadas = combinar_sugerencias(
        sugerencias_ia,
        sugerencias_respaldo,
    )

    if sugerencias_combinadas:
        estado = "PROCESADO_HEURISTICO" if error_ollama else "PROCESADO"

        return {
            "sugerencias": sugerencias_combinadas,
            "estado_procesamiento": estado,
            "error": error_ollama,
        }

    return {

```

```
"sugerencias": [],  
"estado_procesamiento": "PROCESADO_SIN_DATOS",  
"error": "No se detectaron datos útiles en el mensaje.",  
}
```

Nota. Fragmento adaptado del archivo backend/app/services/extraccion_ia_service.py del proyecto desarrollado.

La Figura 10 evidencia que la extracción de información se realizó bajo un formato controlado. El servicio solicitó al modelo local una respuesta estructurada, limpió las sugerencias generadas y asignó un estado de procesamiento al mensaje. Esto permitió diferenciar mensajes procesados correctamente, mensajes procesados con respaldo heurístico y mensajes sin datos útiles.

Esta implementación mantuvo el principio de validación humana definido para el sistema. Los datos identificados por IA fueron tratados como sugerencias y no como información definitiva, por lo que debían ser revisados antes de actualizar la ficha del prospecto dentro del CRM.

2.5.6. Implementación de transcripción automática de audio

La transcripción automática de audio se implementó para convertir mensajes de voz en texto consultable dentro del CRM. Esta función permitió que las interacciones recibidas como audio pudieran incorporarse al historial del prospecto y, posteriormente, ser utilizadas en los procesos de identificación y validación de información.

Para mantener separación de responsabilidades, la transcripción no se ejecutó directamente dentro del backend principal. En su lugar, el backend envió el archivo de audio a un servicio independiente de Whisper, configurado dentro del entorno de servicios del sistema. Esta organización permitió aislar las dependencias de transcripción y evitar que el backend concentrara funciones ajenas a la lógica principal del CRM.

Como se observa en la Figura 11, el backend preparó el archivo de audio, lo envió al servicio de transcripción mediante una petición HTTP y procesó la respuesta devuelta. El fragmento fue tomado del archivo `backend/app/services/whisper_service.py`.

Figura 11

Fragmento de código para la transcripción de audios mediante servicio Whisper

```
def transcribir_audio_con_servicio(
    audio_bytes: bytes | None,
    content_type: str | None,
):
    if not audio_bytes:
        return {
            "texto": "",
            "confianza": None,
            "motor": "WHISPER_SERVICE",
            "estado": "ERROR_TRANSCRIPCION",
            "error": "No se recibieron bytes de audio para transcribir.",
        }

    service_url = (settings.WHISPER_SERVICE_URL or "").strip()

    if not service_url:
        return {
            "texto": "",
            "confianza": None,
            "motor": "WHISPER_SERVICE",
            "estado": "ERROR_TRANSCRIPCION",
            "error": "WHISPER_SERVICE_URL no está configurado.",
        }

    filename =
f"whatsapp_audio{extension_audio_desde_content_type(content_type)}"
    files = {
        "file": (
            filename,
            audio_bytes,
            content_type or "application/octet-stream",
```

```

    )
}

try:
    response = requests.post(
        service_url,
        files=files,
        data={"language": "es"},
        timeout=180,
    )
    response.raise_for_status()
    data = response.json()
except requests.RequestException as error:
    return {
        "texto": "",
        "confianza": None,
        "motor": "WHISPER_SERVICE",
        "estado": "ERROR_TRANSCRIPCION",
        "error": f"No se pudo contactar al servicio Whisper:
{error}",
    }

texto = str(data.get("texto") or "").strip()

if data.get("ok") and texto:
    return {
        "texto": texto,
        "confianza": data.get("confianza"),
        "motor": "WHISPER_SERVICE",
        "estado": "TRANSCRITO",
        "error": None,
    }

return {
    "texto": "",
    "confianza": data.get("confianza"),
    "motor": "WHISPER_SERVICE",
    "estado": data.get("estado") or "ERROR_TRANSCRIPCION",
    "error": data.get("error") or "El servicio Whisper no devolvió
transcripción.",
}

```

}

Nota. Fragmento adaptado del archivo `backend/app/services/whisper_service.py` del proyecto desarrollado.

La Figura 11 muestra que el backend envió el audio como archivo hacia el servicio de transcripción y recibió una respuesta estructurada con el texto obtenido, estado del proceso, motor utilizado y posible error. Esta respuesta permitió registrar si el audio fue transcrito correctamente o si quedó marcado con error de transcripción.

Esta implementación permitió integrar los mensajes de voz al flujo CRM sin tratarlos como archivos aislados. Al obtener una versión textual del audio, el sistema pudo asociar la transcripción con el historial del prospecto y mantener continuidad en la gestión comercial.

2.6. Pruebas y validación funcional

Las pruebas y validación funcional permitieron verificar que el módulo CRM inteligente cumpliera con las funciones principales definidas para el proceso comercial. Esta etapa se orientó a comprobar el comportamiento del sistema frente a acciones relacionadas con acceso por roles, registro de prospectos, recepción de interacciones, revisión gerencial, asignación, gestión por asesor, transcripción de audios y validación de información.

La validación se enfocó en el funcionamiento del sistema desde la perspectiva de los usuarios internos y del flujo CRM implementado. Por ello, las pruebas se organizaron de acuerdo con los componentes desarrollados y con las acciones principales que debían ejecutarse dentro del módulo.

2.6.1. Plan de pruebas

El plan de pruebas se definió para comprobar que las funciones principales del sistema operaran de manera coherente con los requerimientos establecidos. Las pruebas se organizaron por flujo funcional, considerando las acciones que debía ejecutar cada rol dentro del CRM.

Como se presenta en la Tabla 10, el plan incluyó pruebas sobre autenticación, control de acceso, registro de prospectos, recepción de mensajes, revisión gerencial, asignación, gestión de interacciones, transcripción, extracción de datos y validación humana.

Tabla 10

Plan de pruebas funcionales del módulo CRM inteligente

Código	Flujo o componente evaluado	Aspecto validado	Evidencia esperada
PF-01	Autenticación y roles	Ingreso al sistema y restricción de vistas según rol.	El usuario accede únicamente al panel correspondiente.
PF-02	Gestión de usuarios	Creación, edición, activación y desactivación de usuarios.	Los cambios se registran y se reflejan en el panel administrativo.
PF-03	Registro de prospectos	Creación o actualización del prospecto desde el flujo CRM.	El prospecto queda almacenado con estado inicial y canal de origen.
PF-04	Recepción de mensajes	Registro de interacciones provenientes de WhatsApp.	El mensaje queda asociado al prospecto y a su conversación.
PF-05	Control de duplicados	Validación del identificador externo del mensaje.	El sistema evita registrar dos veces la misma interacción.
PF-06	Revisión gerencial	Evaluación inicial del prospecto antes de asignación.	Gerencia registra el resultado de revisión y observaciones internas.
PF-07	Asignación de responsable	Asignación manual o controlada de prospectos.	El prospecto queda vinculado al usuario responsable.

PF-08	Gestión por asesor	Consulta y seguimiento de prospectos asignados.	El asesor visualiza únicamente los casos que le corresponden.
PF-09	Transcripción de audio	Conversión de mensajes de voz en texto.	El audio queda asociado a una transcripción o a un estado de error.
PF-10	Extracción de información	Identificación de datos relevantes desde texto o transcripción.	El sistema genera sugerencias estructuradas para revisión.
PF-11	Validación humana	Confirmación o rechazo de información sugerida.	Los datos validados se incorporan a la ficha del prospecto.
PF-12	Trazabilidad	Registro de acciones relevantes del proceso.	El historial conserva eventos, responsables y fechas asociadas.

La Tabla 10 permitió organizar las pruebas según los flujos principales del módulo. Esta planificación facilitó verificar que cada componente cumpliera una función concreta dentro del CRM y que las acciones críticas quedaran relacionadas con el prospecto, el usuario responsable y el historial del sistema.

2.6.2. Casos de prueba

Los casos de prueba se definieron a partir de los flujos principales del módulo CRM inteligente. Cada caso permitió verificar una acción específica del sistema, considerando el rol del usuario, la acción ejecutada y el comportamiento esperado.

Como se presenta en la Tabla 11, los casos de prueba se concentraron en las funciones críticas del módulo: acceso por roles, gestión de usuarios, recepción de interacciones, revisión gerencial, asignación, gestión por asesor, transcripción de audio, extracción de datos y validación humana.

Tabla 11*Casos de prueba funcionales del módulo CRM inteligente*

Código	Caso de prueba	Acción evaluada	Resultado esperado
CP-01	Acceso por rol	Ingresar al sistema con usuarios administrador, gerente y asesor.	Cada usuario accede únicamente al panel permitido según su rol.
CP-02	Gestión de usuarios	Crear, editar, activar y desactivar un usuario del sistema.	El sistema registra los cambios y actualiza el estado del usuario.
CP-03	Recepción de mensaje de WhatsApp	Enviar un mensaje desde un número de prospecto hacia el canal empresarial.	El mensaje se registra como interacción entrante asociada al prospecto.
CP-04	Control de mensajes duplicados	Reprocesar un mensaje con el mismo identificador externo.	El sistema evita insertar nuevamente la misma interacción.
CP-05	Revisión gerencial previa	Registrar el resultado de revisión de un prospecto desde el panel de gerencia.	El prospecto cambia de estado según la revisión registrada.
CP-06	Asignación de responsable	Asignar un prospecto a un asesor desde gerencia.	El prospecto queda vinculado al usuario responsable y disponible para su gestión.
CP-07	Gestión de prospectos asignados	Ingresar como asesor y consultar los casos asignados.	El asesor visualiza únicamente los prospectos que le corresponden.
CP-08	Transcripción de audio	Recibir un mensaje de voz y enviarlo al servicio Whisper.	El sistema registra la transcripción o marca el proceso con estado de error.
CP-09	Extracción de información	Procesar texto o transcripción mediante IA local.	El sistema genera sugerencias estructuradas para revisión posterior.

CP-10	Validación humana de datos	Confirmar o descartar una sugerencia desde la interfaz del sistema.	La información validada se incorpora a la ficha del prospecto.
CP-11	Historial de interacciones	Consultar mensajes, audios y transcripciones de un prospecto.	El sistema muestra el historial asociado al caso seleccionado.
CP-12	Trazabilidad de acciones	Ejecutar cambios de estado, revisión o asignación.	El sistema conserva el registro de la acción, fecha y usuario responsable.

La Tabla 11 permitió organizar los casos de prueba de acuerdo con los puntos críticos del sistema. Estos casos cubrieron el flujo principal del CRM, desde el ingreso seguro de usuarios hasta la trazabilidad de acciones realizadas sobre el prospecto.

2.6.3. Resultados de validación funcional

Los resultados de validación funcional permitieron comprobar que los flujos principales del módulo CRM inteligente respondieran al comportamiento esperado. Esta validación se centró en verificar que las acciones ejecutadas por cada rol se registraran correctamente y que la información del prospecto mantuviera relación con sus interacciones, estados y responsables.

Como se presenta en la Tabla 12, las pruebas funcionales evidenciaron que el sistema permitió controlar el acceso por roles, registrar prospectos e interacciones, gestionar revisión gerencial, asignar responsables, transcribir audios, generar sugerencias de información y mantener trazabilidad de las acciones realizadas.

Tabla 12*Resultados de validación funcional del módulo CRM inteligente*

Código	Función validada	Resultado obtenido	Estado
CP-01	Acceso por rol	El sistema permitió el ingreso según credenciales y restringió vistas no autorizadas.	Cumplido
CP-02	Gestión de usuarios	El administrador pudo crear, editar, activar y desactivar usuarios del sistema.	Cumplido
CP-03	Recepción de mensaje de WhatsApp	El mensaje entrante se registró y quedó asociado al prospecto y a su conversación.	Cumplido
CP-04	Control de mensajes duplicados	El sistema identificó mensajes previamente registrados mediante su identificador externo.	Cumplido
CP-05	Revisión gerencial previa	Gerencia pudo registrar el resultado de revisión antes de continuar con la asignación.	Cumplido
CP-06	Asignación de responsable	El prospecto quedó vinculado a un usuario responsable para su gestión comercial.	Cumplido
CP-07	Gestión de prospectos asignados	El asesor pudo consultar los casos asignados sin acceder a prospectos no relacionados.	Cumplido
CP-08	Transcripción de audio	El sistema envió audios al servicio de transcripción y registró el texto o el estado de error.	Cumplido
CP-09	Extracción de información	El sistema generó sugerencias estructuradas a partir de texto o transcripciones.	Cumplido

CP-10	Validación humana de datos	La información sugerida pudo ser confirmada o descartada antes de actualizar la ficha.	Cumplido
CP-11	Historial de interacciones	El sistema permitió consultar mensajes, audios y transcripciones asociados al prospecto.	Cumplido
CP-12	Trazabilidad de acciones	Las acciones relevantes quedaron registradas con fecha, usuario y relación con el prospecto.	Cumplido

La Tabla 12 resume el resultado de las pruebas funcionales aplicadas al módulo. Los resultados obtenidos mostraron que el sistema cumplió con el flujo principal definido para el CRM, manteniendo el registro de interacciones, la separación por roles, la revisión humana de información y la trazabilidad del proceso comercial.

La validación también permitió confirmar que los componentes complementarios, como inteligencia artificial y transcripción automática, funcionaron como apoyo al registro de información. En todos los casos, los datos generados por estos componentes se mantuvieron sujetos a revisión humana, de acuerdo con el alcance establecido para el sistema.

2.6.4. Procedimiento para la obtención de métricas operativas

Con el propósito de complementar la validación funcional del módulo CRM inteligente, se definió un procedimiento para obtener indicadores cuantitativos relacionados con la eficiencia del registro, la calidad de la información, el seguimiento comercial y el avance de los prospectos dentro del proceso. Este procedimiento se apoyó en los registros generados durante la operación del sistema y no requirió incorporar nuevas funcionalidades ni modificar la estructura de la base de datos.

La información necesaria para el cálculo de los indicadores se obtuvo de las tablas operativas existentes en PostgreSQL. Entre las principales fuentes se consideraron los registros de prospectos, conversaciones, mensajes, revisiones gerenciales, asignaciones, historial de acciones, solicitudes de crédito vehicular, audios, transcripciones y datos extraídos mediante inteligencia artificial. Estas entidades permitieron relacionar cada indicador con eventos que el sistema ya almacenaba como parte de la trazabilidad del proceso comercial.

Para proteger la integridad de la aplicación, la extracción se planteó mediante consultas SQL de solo lectura. Estas consultas se organizaron en el archivo `docs/consultas_metricas_tesis_readonly.sql` y se limitaron a recuperar, relacionar, agrupar y calcular información existente. Por tanto, el procedimiento no contempló instrucciones para insertar, actualizar o eliminar registros, ni para crear o alterar tablas, columnas, restricciones o disparadores dentro de la base de datos.

Antes de calcular los indicadores se estableció una verificación preliminar de los dominios reales almacenados en el sistema. Esta comprobación permitió identificar los valores utilizados en campos como el estado del prospecto, el resultado del filtro inicial, el resultado de la revisión gerencial, el estado de validación de los datos extraídos y las etapas de la solicitud vehicular. La revisión de estos valores fue necesaria para evitar aplicar categorías propuestas de manera teórica que no correspondieran con los estados implementados en el módulo.

Posteriormente, las consultas relacionaron los eventos registrados mediante el identificador interno del prospecto. A partir de las marcas de tiempo disponibles se calcularon duraciones, como el intervalo entre el primer contacto y la primera respuesta, el tiempo transcurrido hasta una revisión favorable o asignación y la permanencia observada entre acciones consecutivas del historial. De forma complementaria, se calcularon proporciones relacionadas con la completitud de la información, la confirmación humana de datos sugeridos por inteligencia

artificial, la detección de registros potencialmente duplicados y el avance comercial de los prospectos.

Los indicadores calculados no se almacenaron nuevamente en la base de datos, debido a que podían obtenerse directamente a partir de los registros operativos. Esta decisión evitó duplicar información y permitió que los resultados fueran reproducibles mediante la ejecución de las mismas consultas sobre un conjunto de datos equivalente.

Cuando una variable no contaba con una marca de tiempo o un evento previamente registrado, se estableció que no debía reconstruirse mediante suposiciones. En estos casos, la variable debía medirse externamente durante una prueba controlada o declararse como no disponible para el análisis retrospectivo. Este criterio se aplicó, por ejemplo, al tiempo requerido para generar un reporte, debido a que el sistema no almacenaba históricamente el inicio y la finalización de esa actividad.

Una vez ejecutadas las consultas, los resultados debían exportarse para su revisión y análisis, conservando únicamente los identificadores necesarios para relacionar los registros. Los nombres, números de identificación, teléfonos y demás datos personales no fueron necesarios para calcular las métricas agregadas, por lo que se estableció su exclusión de las tablas utilizadas en la presentación final de resultados.

Este procedimiento permitió ampliar la evaluación del módulo sin intervenir en su funcionamiento ni alterar los datos registrados. Asimismo, proporcionó una base verificable para presentar en el Capítulo III los indicadores obtenidos, sus limitaciones y la relación de los resultados con los objetivos planteados para el proyecto.

2.6.5. Variables e indicadores de evaluación

En la Tabla 13 se detalla las variables de evaluación se definieron a partir de los registros que el módulo CRM inteligente generó durante su funcionamiento. Para su organización se consideraron cuatro dimensiones: eficiencia de la captación, calidad de la información, eficiencia del seguimiento y avance comercial de los prospectos. Estas dimensiones permitieron complementar las pruebas funcionales con indicadores cuantitativos relacionados con el propósito del sistema.

La selección de los indicadores se ajustó a la estructura real del módulo y a los eventos registrados en la base de datos. Por esta razón, no se utilizaron campos ni tablas propuestas teóricamente cuando estos no formaban parte del sistema implementado. En su lugar, las métricas se obtuvieron relacionando las fechas, estados, revisiones, asignaciones, interacciones, solicitudes y validaciones ya almacenadas.

Las fechas del primer contacto, primera respuesta y finalización operativa de la captación se consideraron variables base para calcular los tiempos del proceso. Los porcentajes de completitud y confirmación se obtuvieron mediante conteos de registros, mientras que los indicadores de avance se determinaron a partir de evidencias verificables, como revisiones favorables, asignaciones activas, fichas revisadas y solicitudes vehiculares registradas.

Tabla 13

Variables e indicadores definidos para la evaluación operativa del módulo CRM inteligente

Dimensión	Indicador	Definición y criterio de cálculo	Fuente de información
Eficiencia de captación	Fecha y hora del primer contacto	Momento en que se inició la primera conversación registrada para el prospecto. Constituyó el punto inicial para calcular la duración de la captación.	<code>conversaciones.conv_fecha_inicio</code>
Eficiencia de captación	Tiempo de primera respuesta	Diferencia, expresada en segundos, entre el primer mensaje entrante y el primer mensaje saliente posterior dentro de la primera conversación del prospecto.	<code>mensajes.msg_fecha_mensaje,</code> <code>mensajes.msg_direccion</code> y <code>conversaciones</code>
Eficiencia de captación	Fecha y hora de finalización de la captación	Momento en que el prospecto alcanzó una asignación activa. Cuando no existió dicha asignación, se consideró una revisión gerencial favorable o un evento equivalente registrado en el historial.	<code>asignaciones_prospecto.asig_fecha,</code> <code>revisiones_prospecto.created_at</code> e <code>historial_prospecto.created_at</code>
Eficiencia de captación	Tiempo total de captación	Diferencia, expresada en minutos, entre la fecha de finalización operativa y la fecha del primer contacto.	Resultado calculado a partir de <code>conversaciones</code> , <code>revisiones</code> , <code>asignaciones</code> e <code>historial</code>
Calidad de la información	Compleitud operativa	Proporción de campos con información válida respecto de un conjunto de 15 campos	<code>prospectos</code> y <code>solicitudes_credito_vehicular</code>

		seleccionados de la ficha del prospecto y de su solicitud vehicular más reciente.	
Calidad de la información	Exactitud de sugerencias generadas por IA	Porcentaje de datos confirmados sin corrección respecto del total de sugerencias revisadas por una persona responsable.	<code>datos_extraidos.dato_estado_validacion</code>
Calidad de la información	Registros potencialmente duplicados	Número de pares de prospectos que presentaron coincidencia exacta de identificación o coincidencia de teléfono después de su normalización.	<code>prospectos.pros_identificacion</code> y <code>prospectos.pros_telefono</code>
Calidad de la información	Inconsistencias detectables	Número de registros que incumplieron reglas lógicas previamente definidas entre los datos de la solicitud, sin que ello representara una decisión crediticia.	<code>prospectos</code> , <code>solicitudes_credito_vehicular</code> y <code>fuentes_ingreso_prospecto</code>
Eficiencia de seguimiento	Tiempo de generación de información para reporte	Tiempo externo, medido en segundos, requerido para obtener un resumen equivalente de prospectos y estados. Solo se consideró cuando se aplicó una prueba controlada con el mismo volumen de información.	Medición externa y resultados de las consultas de solo lectura
Eficiencia de seguimiento	Tiempo observado por fase	Diferencia entre la fecha de una acción registrada en el historial y la fecha de la siguiente acción del mismo prospecto, expresada en días.	<code>historial_prospecto.created_at</code>

Avance comercial	Prospecto con validez operativa	Prospecto que registró un resultado favorable dentro del filtro o que alcanzó una asignación activa dentro del CRM.	prospectos, revisiones_prospecto y asignaciones_prospecto
Avance comercial	Prospecto con avance comprobable	Prospecto que presentó una solicitud vehicular, una asignación activa, una ficha informativa revisada o una solicitud en revisión interna.	solicitudes_credito_vehicular, asignaciones_prospecto e historial_prospecto
Avance comercial	Solicitud vehicular registrada	Existencia de al menos un registro asociado al prospecto en el formulario de solicitud de crédito vehicular, independientemente de su estado posterior.	solicitudes_credito_vehicular

La completitud operativa se calculó con la siguiente expresión:

$$\text{Completitud operativa} = \frac{\text{Campos completados}}{\text{Campos seleccionados}} \times 100$$

Para esta medición se consideraron 15 campos disponibles en el sistema: nombre completo, teléfono, identificación, estado civil, ciudad, ingresos mensuales, tipo de vehículo, valor del vehículo, entrada, monto por financiar, afiliación al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, disponibilidad de Registro Único de Contribuyentes, requerimiento de garante, fecha de cita y fuente de ingreso del prospecto. La selección se utilizó como un criterio operativo de evaluación de la ficha y no como una declaración de que todos los campos fueran requisitos obligatorios para la aprobación de un crédito.

La exactitud de las sugerencias generadas por inteligencia artificial se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Exactitud de sugerencias IA} = \frac{\text{Datos confirmados}}{\text{Datos revisados}} \times 100$$

Dentro de este cálculo, los datos confirmados correspondieron a sugerencias aceptadas sin modificación. Los datos corregidos y rechazados evidenciaron que la sugerencia original no pudo utilizarse directamente. Los registros pendientes no se incluyeron en el denominador, debido a que todavía no contaban con una decisión humana.

Este indicador no permitió comparar directamente la exactitud de la inteligencia artificial con la exactitud de la entrada manual. El sistema registró la confirmación humana de las sugerencias generadas por IA, pero no incorporó un mecanismo equivalente para validar individualmente todos los datos ingresados de forma manual. Por tanto, la exactitud se interpretó como un indicador del desempeño de las sugerencias automáticas y no como evidencia suficiente de superioridad frente al registro manual.

La detección de posibles duplicados se realizó mediante coincidencias exactas de identificación y teléfono normalizado. Los resultados obtenidos representaron pares que requerían revisión y no confirmaciones automáticas de duplicidad, debido a que un mismo teléfono podía estar relacionado con distintos participantes del proceso o haberse registrado en situaciones justificadas.

Las inconsistencias se determinaron mediante reglas lógicas verificables, como una entrada superior al valor del vehículo, un monto por financiar superior al valor registrado, un caso que requería garante sin sus datos mínimos o una ficha marcada como lista con campos relevantes incompletos. Cualquier umbral relacionado con capacidad de pago debía interpretarse únicamente como criterio exploratorio y requería validación por parte de la empresa antes de utilizarse en el análisis. Estas reglas no aprobaron ni rechazaron créditos.

El tiempo de generación de información para reporte fue el único indicador que no podía reconstruirse completamente mediante los datos históricos. Su medición debía realizarse de forma externa, registrando el inicio y el final de una prueba aplicada sobre el mismo conjunto de información. Si dicha prueba no se ejecutaba bajo condiciones comparables, el indicador debía declararse como no disponible y no estimarse mediante valores teóricos.

Por su parte, el tiempo por fase representó la duración observada entre eventos consecutivos del historial. Este indicador permitió reconocer periodos prolongados entre acciones, pero no aseguró que durante todo ese intervalo el prospecto permaneciera activamente en una única fase. Asimismo, el último evento de cada caso no contó con una fecha posterior para calcular su duración, por lo que debía excluirse del promedio.

Finalmente, la validez operativa, el avance comprobable y la existencia de una solicitud vehicular se utilizaron exclusivamente para medir el recorrido interno del prospecto en el CRM. Estos indicadores no representaron aprobación crediticia, desembolso ni aceptación definitiva

por parte de una entidad financiera. Su función fue identificar hasta qué etapa del proceso comercial llegó cada registro.

2.6.6. Clasificación de los registros para el análisis comparativo

Para complementar el análisis descriptivo, los registros se clasificaron según la existencia de evidencia de procesamiento automático dentro del historial de cada prospecto. Esta clasificación se realizó sobre la información previamente almacenada por el módulo CRM y no implicó la asignación anticipada de participantes, la modificación de registros ni la activación o desactivación deliberada de funcionalidades del sistema.

La unidad de análisis correspondió al prospecto. Por tanto, las conversaciones, mensajes, audios, transcripciones, datos extraídos, revisiones, asignaciones y acciones del historial se relacionaron mediante el identificador interno `pros_id`. Esta decisión permitió evitar que un mismo prospecto fuera contabilizado varias veces por haber generado múltiples mensajes o conversaciones.

Se establecieron las siguientes categorías operativas:

Registros con evidencia de procesamiento automático. Incluyeron los prospectos que presentaron al menos una evidencia verificable de intervención de los componentes automáticos del sistema. Se consideró como evidencia la existencia de datos extraídos asociados al prospecto, mensajes marcados como procesados por inteligencia artificial, audios registrados o transcripciones generadas mediante el servicio de reconocimiento de voz.

Registros sin evidencia de procesamiento automático. Incluyeron los prospectos que no presentaron datos extraídos, mensajes marcados como procesados por inteligencia artificial, audios ni transcripciones asociados en los registros disponibles.

La primera categoría representó casos en los que el módulo utilizó componentes de procesamiento de texto o audio como apoyo para organizar la información comercial. La segunda categoría representó casos en los que no se encontró evidencia registrada de dichas intervenciones. Esta clasificación permitió comparar indicadores operativos entre ambos conjuntos sin modificar el funcionamiento del sistema.

Las denominaciones utilizadas no equivalieron a un grupo experimental y un grupo de control en sentido estricto. Los prospectos no fueron distribuidos aleatoriamente y tampoco se controlaron previamente todas las condiciones de atención. Por esta razón, la comparación se consideró observacional y retrospectiva, basada en la trazabilidad disponible en la base de datos.

Asimismo, la ausencia de evidencia de procesamiento automático no permitió afirmar que toda la gestión hubiera sido completamente manual. Esta condición únicamente indicó que no existían registros asociados a datos extraídos, procesamiento de mensajes, audios o transcripciones dentro de las tablas consultadas. De igual manera, la existencia de una transcripción no significó necesariamente que un modelo de lenguaje hubiera extraído y confirmado información del mensaje, debido a que Whisper y Ollama cumplieron funciones diferentes dentro de la arquitectura.

Para evitar atribuir resultados de un componente a otro, se distinguieron dos tipos de evidencia dentro de la categoría de procesamiento automático:

a. Procesamiento de lenguaje registrado: existencia de datos extraídos o mensajes marcados como procesados mediante inteligencia artificial local.

b. Procesamiento de audio registrado: existencia de audios y transcripciones generadas mediante el servicio Whisper.

Esta distinción permitió analizar el uso general de automatización y, cuando el volumen de registros lo permitió, revisar por separado el procesamiento de texto y la transcripción de audio. El módulo ya estableció que tanto las sugerencias de inteligencia artificial como las transcripciones funcionaron como apoyo y permanecieron sujetas a revisión humana antes de modificar la ficha oficial del prospecto.

Para conformar el conjunto de análisis se consideraron únicamente registros activos, es decir, aquellos que no presentaron una marca de eliminación lógica. También se exigió que el registro contara con un identificador válido de prospecto y con las relaciones necesarias para calcular cada indicador.

La ausencia de una variable específica no provocó la eliminación completa del prospecto del conjunto de análisis. El registro se excluyó únicamente del cálculo que requería esa información. Por ejemplo, un prospecto sin una respuesta saliente posterior al primer mensaje no pudo participar en el cálculo del tiempo de primera respuesta, pero sí pudo considerarse para completitud, duplicidad o avance comercial.

Los registros creados exclusivamente para pruebas técnicas debían excluirse solamente cuando existiera evidencia verificable de su naturaleza, como nombres identificados expresamente como prueba, teléfonos utilizados en ciclos internos, observaciones técnicas o eventos documentados en la auditoría. Cada exclusión debía conservar una justificación para evitar eliminar registros de manera subjetiva.

También se estableció que las comparaciones debían realizarse dentro de un mismo intervalo temporal. Este criterio fue necesario porque los cambios en configuración, disponibilidad de servicios, volumen de atención o evolución del prototipo podían afectar los resultados si se comparaban periodos operativos diferentes.

Para cada indicador se debía reportar el número de registros válidos incluidos en el cálculo. La cantidad podía variar entre métricas debido a la disponibilidad de fechas, revisiones, asignaciones, solicitudes o validaciones humanas. Por tanto, los resultados no debían presentar un único tamaño de muestra general cuando cada cálculo se sustentará en cantidades diferentes. Finalmente, las diferencias observadas entre las categorías no se interpretaron automáticamente como un efecto causal de la inteligencia artificial. Factores como la complejidad del caso, la cantidad de mensajes, el uso de audios, la intervención del asesor, la disponibilidad de los servicios y el estado del prospecto también pudieron influir en los resultados. En consecuencia, la comparación se utilizó para identificar tendencias operativas dentro de los registros existentes y no para afirmar que la automatización fue la única causa de las diferencias encontradas.

2.6.7. Procedimiento de análisis de datos

El análisis de datos se planteó a partir de los resultados obtenidos mediante las consultas de solo lectura definidas para el proyecto. Los registros extraídos debían organizarse en un conjunto de datos anonimizado, conservando únicamente el identificador interno del prospecto, la categoría operativa asignada y las variables necesarias para calcular cada indicador.

Como primera etapa se realizó una revisión de integridad para identificar valores nulos, fechas inconsistentes, registros duplicados y relaciones incompletas entre prospectos, conversaciones, mensajes, revisiones, asignaciones y solicitudes. Los registros que no contaban con la información necesaria se excluyeron únicamente del indicador afectado, sin eliminarlos de los demás cálculos en los que sí podían participar.

Las variables cuantitativas, como el tiempo de primera respuesta, tiempo total de captación, completitud operativa y permanencia entre eventos, se resumieron mediante cantidad de registros válidos, promedio, desviación estándar, mediana, valor mínimo y valor máximo. La

mediana se consideró especialmente relevante en los indicadores de tiempo, debido a que casos con periodos de espera prolongados podían alterar el promedio general.

Las variables categóricas, como existencia de procesamiento automático, estado del prospecto, resultado de revisión, confirmación de sugerencias, duplicidad potencial y avance comercial, se analizaron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. En todos los resultados se debía indicar el número de registros utilizados, debido a que la disponibilidad de información podía variar entre indicadores.

Las comparaciones se realizaron entre registros con evidencia de procesamiento automático y registros sin evidencia de dicho procesamiento. Para cada indicador se calcularon las diferencias absolutas y relativas entre ambas categorías. En los indicadores expresados en tiempo, una reducción representó una posible mejora operativa; mientras que, en completitud, confirmación humana y avance comercial, un incremento representó un resultado favorable.

La variación porcentual entre las categorías se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Variación porcentual} = \frac{\text{Valor con procesamiento} - \text{Valor sin procesamiento}}{\text{Valor sin procesamiento}} \times 100$$

La interpretación de la fórmula dependió del indicador evaluado. En variables donde un valor menor resultaba favorable, como los tiempos de respuesta o captación, la reducción se presentó como porcentaje de disminución. En indicadores donde un valor mayor resultaba favorable, como completitud o avance comercial, la diferencia se presentó como porcentaje de incremento.

Cuando la cantidad y calidad de los registros permitieran efectuar una comparación estadística, se debía verificar previamente la distribución de las variables cuantitativas. Para datos con distribución aproximadamente normal se podía aplicar una prueba *t* para muestras independientes; cuando no se cumpliera esta condición, se debía emplear la prueba de Mann-

Whitney. En variables categóricas se podía utilizar la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher cuando existieran frecuencias esperadas reducidas.

El nivel de significancia se estableció en 0,05. No obstante, un valor p inferior a este límite no debía interpretarse de manera aislada. Las diferencias debían analizarse junto con el tamaño de la muestra, la magnitud observada, la dispersión de los datos y las condiciones bajo las cuales se generaron los registros.

Cuando el número de casos fuera insuficiente para aplicar pruebas inferenciales, los resultados debían presentarse únicamente mediante estadística descriptiva. En estos casos no se debían completar valores p , tamaños de efecto ni porcentajes con cifras propuestas en la guía de implementación, debido a que estos valores solo podían obtenerse a partir de datos reales.

Para las sugerencias generadas mediante inteligencia artificial se calcularon las cantidades de datos confirmados, corregidos, rechazados y pendientes. La exactitud se obtuvo únicamente con los registros que contaban con revisión humana. Los datos pendientes se reportaron por separado, debido a que todavía no permitían determinar si la sugerencia generada era correcta.

Los registros potencialmente duplicados e inconsistentes se contabilizaron como alertas para revisión. Su aparición no debía presentarse como error confirmado, salvo que existiera una verificación humana o evidencia suficiente dentro del historial del prospecto. De esta forma, los resultados conservaron el carácter de apoyo operativo del módulo.

Finalmente, los resultados se organizaron según las cuatro dimensiones definidas: eficiencia de captación, calidad de la información, eficiencia de seguimiento y avance comercial. La interpretación debía relacionarse con los objetivos específicos y con los requerimientos del sistema, señalando las limitaciones derivadas de la disponibilidad de registros y del carácter observacional de la comparación. En consecuencia, las diferencias encontradas permitieron

describir el comportamiento operativo del módulo, pero no demostrar por sí solas una relación causal exclusiva con el uso de inteligencia artificial.

2.7. Relación del capítulo con los objetivos específicos

El desarrollo metodológico y técnico presentado en este capítulo se relacionó directamente con los objetivos específicos planteados para el trabajo. Esta relación permitió evidenciar que las fases de análisis, diseño, implementación y validación funcional respondieron al propósito de construir un módulo CRM inteligente orientado al registro automatizado de interacciones provenientes de mensajería digital.

Como se presenta en la Tabla 13, cada objetivo específico tuvo correspondencia con una o varias secciones del capítulo, en las cuales se describieron las actividades, componentes y evidencias desarrolladas durante la construcción del sistema.

Tabla 14

Relación entre los objetivos específicos y las evidencias desarrolladas en el Capítulo II

Objetivo específico	Evidencia desarrollada en el capítulo	Secciones relacionadas
Analizar el proceso actual de gestión comercial y los métodos de registro utilizados por los agentes comerciales.	Se describió el proceso comercial, las fases de desarrollo y los requerimientos funcionales y no funcionales identificados para el módulo CRM.	2.2, 2.3 y 2.4
Diseñar la arquitectura del módulo CRM, sus componentes, datos, perfiles de usuario y flujos funcionales.	Se presentó la arquitectura general, el flujo funcional, el modelo de datos y las interfaces principales del sistema.	2.5

Desarrollar funcionalidades basadas en inteligencia artificial para interpretar interacciones de audio y texto y transformarlas en registros estructurados.	Se describió la implementación del backend, la base de datos, la integración con WhatsApp Cloud API, la extracción de información mediante IA local y la transcripción automática de audio.	2.6.1, 2.6.3, 2.6.4, 2.6.5 y 2.6.6
Desarrollar las interfaces de usuario del módulo CRM para consulta, interacción y seguimiento de información procesada.	Se explicó la implementación del frontend y el control de acceso por roles para los paneles de administrador, gerencia y asesor.	2.6.2
Validar el funcionamiento del módulo CRM mediante pruebas funcionales.	Se definió el plan de pruebas, los casos de prueba y los resultados de validación funcional del sistema desarrollado.	2.7.1, 2.7.7

La Tabla 13 muestra que el Capítulo II aportó evidencia metodológica y técnica para cada objetivo específico. De esta manera, el capítulo no solo describió los componentes utilizados, sino que también organizó el desarrollo del módulo de acuerdo con las metas planteadas para el proyecto.

En conjunto, el capítulo permitió documentar la construcción del módulo CRM inteligente desde el análisis del proceso comercial hasta su validación funcional. Por tanto, las secciones desarrolladas sirvieron como base para presentar posteriormente los resultados obtenidos y las conclusiones del trabajo.

2.8. Síntesis del capítulo

En este capítulo se describieron los materiales, herramientas, metodología, fases, requerimientos, diseño, implementación y validación funcional del módulo CRM inteligente. El desarrollo se orientó a construir una solución capaz de registrar interacciones provenientes

de mensajería digital, organizar información comercial del prospecto y mantener trazabilidad sobre las acciones realizadas por los usuarios del sistema.

La metodología aplicada permitió estructurar el trabajo de forma progresiva, desde el análisis del proceso comercial hasta la validación funcional del módulo. A partir de ello, se definieron los requerimientos, roles, arquitectura, flujo funcional, modelo de datos e interfaces principales, manteniendo el alcance del sistema centrado en el registro, seguimiento y validación de información dentro del CRM.

La implementación integró backend, frontend, base de datos, WhatsApp Cloud API, inteligencia artificial local y transcripción automática de audio mediante servicios separados. Las pruebas funcionales permitieron comprobar que los componentes principales operaron de acuerdo con el flujo definido, conservando control de acceso, revisión humana y trazabilidad del proceso comercial.

Capítulo III.

3. Resultados y discusión

El presente capítulo expone los resultados obtenidos durante la validación del módulo CRM inteligente desarrollado para STERNGROP S.A.S. La presentación de resultados se organizó de acuerdo con los objetivos específicos del trabajo, con el fin de evidenciar cómo el sistema respondió al registro, organización, procesamiento y seguimiento de interacciones provenientes de mensajería digital.

A diferencia del capítulo anterior, en el cual se describieron los materiales, metodología, diseño e implementación del sistema, este capítulo se centró en mostrar los resultados funcionales alcanzados. Para ello, se consideraron los principales flujos del CRM: acceso por roles, registro de prospectos, revisión gerencial, asignación de responsables, gestión por asesor, procesamiento de texto y audio, generación de sugerencias mediante inteligencia artificial y validación humana de información

3.1. Contexto de validación del módulo CRM inteligente

La validación del módulo CRM inteligente se realizó sobre el proyecto final desarrollado, el cual integró frontend, backend, base de datos, servicios de mensajería digital, inteligencia artificial local y transcripción automática de audio. El entorno permitió comprobar el funcionamiento del sistema desde la perspectiva de los usuarios internos y del flujo comercial definido para STERNGROP S.A.S.

El sistema fue validado considerando tres perfiles principales: administrador, gerencia y asesor. Cada perfil permitió comprobar un conjunto específico de funciones dentro del CRM. El administrador se relacionó con la gestión de usuarios y accesos; gerencia con la revisión, asignación y supervisión de prospectos; y el asesor con la atención y seguimiento de los casos asignados.

Como se presenta en la Tabla 14, la validación del Capítulo III se organizó de acuerdo con los objetivos específicos del trabajo, relacionando cada objetivo con el tipo de resultado esperado dentro del módulo CRM.

Tabla 15

Relación entre objetivos específicos y resultados evaluados en el Capítulo III

Objetivo específico	Resultado evaluado en el Capítulo III	Secciones relacionadas
Analizar el proceso actual de gestión comercial y los métodos de registro utilizados por los agentes comerciales.	Organización del flujo CRM a partir del registro de prospectos, interacciones y seguimiento comercial.	3.2 y 3.3
Diseñar la arquitectura del módulo CRM, sus componentes, datos, perfiles de usuario y flujos funcionales.	Funcionamiento de los perfiles de usuario, acceso por roles y navegación dentro de los paneles del sistema.	3.2
Desarrollar funcionalidades basadas en inteligencia artificial para interpretar interacciones de audio y texto y transformarlas en registros estructurados.	Procesamiento de mensajes, transcripción de audios, generación de sugerencias y validación de datos detectados.	3.6 y 3.7
Desarrollar las interfaces de usuario del módulo CRM para consulta, interacción y seguimiento de información procesada.	Visualización de prospectos, conversaciones, fichas, estados y acciones disponibles para gerencia y asesores.	3.4 y 3.5
Validar el funcionamiento del módulo CRM mediante pruebas funcionales.	Comprobación de los flujos principales del sistema y discusión del cumplimiento de los objetivos planteados.	3.8

La Tabla 14 permitió organizar la presentación de resultados de acuerdo con los objetivos específicos del proyecto. Esta relación evitó presentar el Capítulo III únicamente como una descripción de pantallas y permitió orientar los resultados hacia el cumplimiento del propósito de la investigación.

En este contexto, los resultados se desarrollaron considerando el comportamiento del sistema frente a las acciones principales del proceso comercial. Por tanto, las siguientes secciones presentan los resultados obtenidos en cada flujo validado del módulo CRM inteligente.

3.2. Resultados del acceso y organización por roles

El acceso al módulo CRM inteligente se validó a partir de los perfiles definidos para el sistema: administrador, gerencia y asesor. Esta organización permitió comprobar que cada usuario ingresara únicamente a las funciones correspondientes a su rol, manteniendo separación entre la gestión administrativa, la revisión gerencial y el seguimiento comercial de prospectos.

La validación del acceso por roles respondió al objetivo de diseñar los perfiles de usuario y flujos funcionales del módulo CRM. Por ello, en esta sección se presentan los resultados relacionados con el inicio de sesión y la visualización de los paneles principales del sistema.

3.2.1. Inicio de sesión del sistema

El inicio de sesión constituyó el punto de entrada al módulo CRM inteligente. Esta pantalla permitió autenticar a los usuarios registrados mediante sus credenciales y redirigirlos al panel correspondiente según el rol asignado.

Como se observa en la Figura 12, la interfaz de inicio de sesión presentó un formulario simple para el ingreso de credenciales. Esta pantalla permitió restringir el acceso al sistema y evitar que usuarios no autorizados ingresaran a la información de prospectos o interacciones comerciales.

Figura 12

Pantalla de inicio de sesión del módulo CRM inteligente



CRM Inteligente Crediauto
Ingresa con tu cuenta para continuar.

Correo electrónico
admin@crediauto.com

Contraseña

Ingresar

Usuarios demo
Admin: admin@crediauto.com / admin123
Gerente: gerente@crediauto.com / gerente123
Asesor: asesor@crediauto.com / asesor123

La Figura 12 evidencia que el sistema incorporó un punto de acceso controlado antes de permitir la navegación hacia los módulos internos. Esta validación fue necesaria debido a que el CRM maneja información comercial de prospectos, mensajes, revisiones y asignaciones internas.

3.2.2. Panel principal del administrador

El panel del administrador permitió gestionar los usuarios internos del sistema. Desde este perfil se validó la creación, edición, activación y desactivación de cuentas, así como la asignación de roles existentes dentro del CRM.

Como se presenta en la Figura 13, el panel del administrador concentró las opciones necesarias para administrar los accesos al sistema. Esta funcionalidad permitió mantener control sobre los usuarios que podían ingresar al CRM y sobre el rol operativo asignado a cada uno.

Figura 13

Panel principal del administrador

Administración del sistema
Gestión de usuarios, roles y accesos del CRM Crediauto.

Administración del sistema 4 Total 4 Activos 1 Administradores 1 Gerentes 2 Asesores + Nuevo usuario

Usuarios registrados
Consulta, edita y administra accesos del sistema. Contraseñas temporales: entrega manual segura

Usuario	Rol	Estado	Autoasignación	Contacto	Creado	Acciones
AC Administrador Crediauto admin@crediauto.com	ADMINISTRADOR	Activo	Participa Cupo operativo: 10	0990000001	2026-06-08 23:32:45	Editar Resetear clave Desactivar
AC Asesor Comercial savita.studio@gmail.com	ASESOR	Activo	Participa Cupo operativo: 10	0990000003	2026-06-08 23:32:45	Editar Resetear clave Desactivar
GC Gerente Comercial sds.27ah@gmail.com	GERENTE	Activo	Participa Cupo operativo: 10	0990000002	2026-06-08 23:32:45	Editar Resetear clave Desactivar
SA Santiago Avila san.27ah@gmail.com	ASESOR	Activo	Participa Cupo operativo: 10	0960232574	2026-06-19 08:16:05	Editar Resetear clave Desactivar

Administrador Crediauto
admin@crediauto.com Cerrar sesión

La Figura 13 muestra que el administrador contó con una vista orientada a la gestión de usuarios y accesos. Este resultado permitió confirmar que el sistema separó la administración interna de las funciones comerciales ejecutadas por gerencia y asesores.

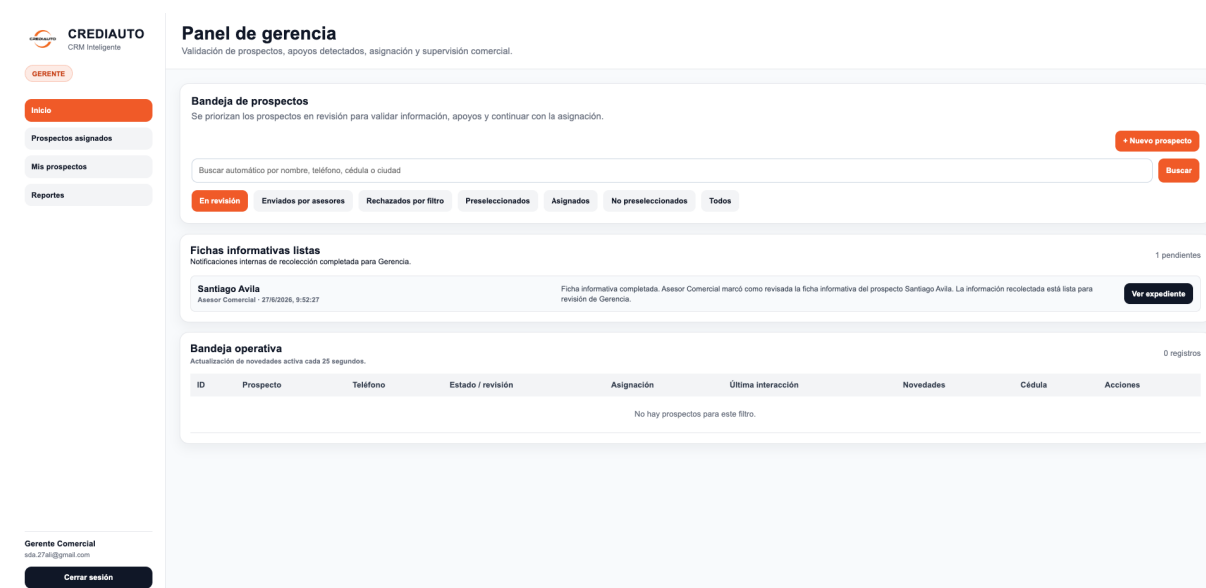
3.2.3. Panel principal de gerencia

El panel de gerencia permitió visualizar prospectos, revisar información inicial, registrar observaciones y continuar con el proceso de asignación cuando correspondía. Este perfil se validó como punto de control previo antes de que un prospecto fuera gestionado por un asesor.

Como se muestra en la Figura 14, la vista de gerencia presentó información organizada para apoyar la revisión y supervisión del proceso comercial. Esta pantalla permitió que gerencia identificara prospectos pendientes, revisados o asignados dentro del flujo CRM.

Figura 14

Panel principal de gerencia



La Figura 14 evidencia que el sistema incorporó un espacio específico para la revisión y control interno de prospectos. Este resultado fue relevante porque permitió separar la revisión gerencial de la gestión directa realizada por el asesor.

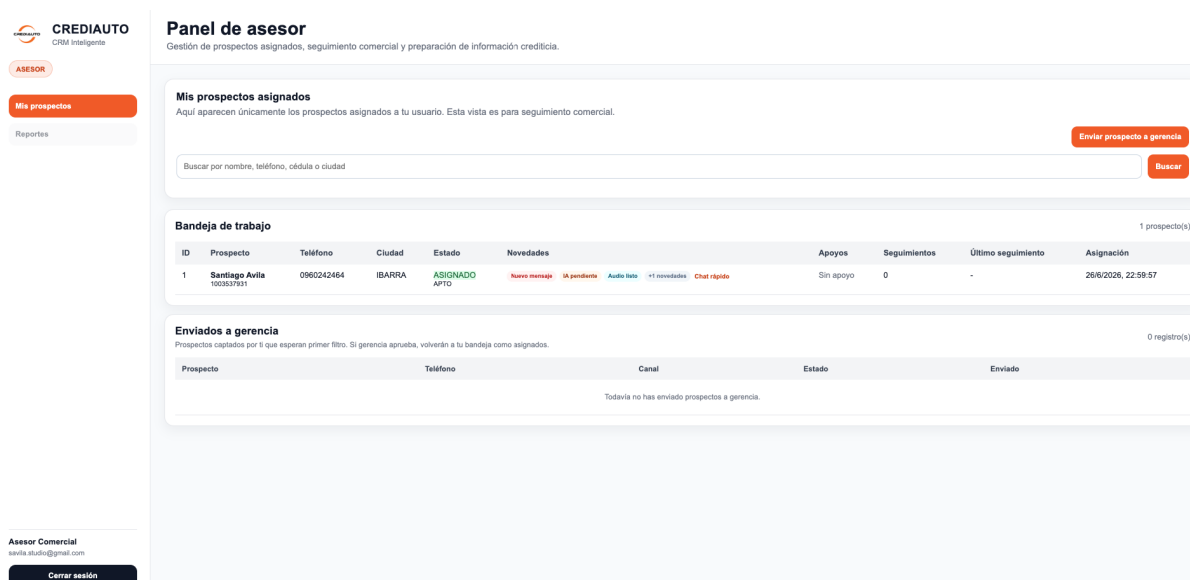
3.2.4. Panel principal del asesor

El panel del asesor permitió consultar los prospectos asignados y acceder a la información necesaria para dar seguimiento comercial. Esta vista se validó con el objetivo de comprobar que el asesor accediera únicamente a los casos bajo su responsabilidad.

Como se observa en la Figura 15, el panel del asesor presentó los prospectos asignados y las opciones relacionadas con su seguimiento. Esta organización permitió reducir la dispersión de información y concentrar la gestión comercial en un entorno único.

Figura 15

Panel principal del asesor



La Figura 15 muestra que el asesor contó con una vista orientada al seguimiento de prospectos asignados. Este resultado permitió confirmar que el módulo CRM restringió el acceso a la información según el rol del usuario y apoyó la organización del trabajo comercial.

3.3. Resultados del registro de prospectos e interacciones

El registro de prospectos e interacciones permitió validar que el módulo CRM inteligente organizara la información comercial generada desde mensajería digital. Este resultado se relacionó con el objetivo de analizar y mejorar el proceso de registro utilizado por los agentes comerciales, debido a que el sistema permitió centralizar datos que antes podían quedar dispersos en conversaciones individuales.

La validación se realizó considerando el flujo en el que un prospecto inicia contacto por mensajería digital y el sistema registra su información dentro del CRM. A partir de este proceso, se comprobó que el prospecto, sus mensajes y el historial de conversación quedaran asociados en una misma ficha de gestión.

3.3.1. Registro del prospecto desde mensajería digital

El registro del prospecto permitió almacenar los datos iniciales de la persona interesada en el proceso comercial. Esta información incluyó datos de identificación, contacto, ciudad, estado del proceso y canal de origen.

Como se presenta en la Figura 16, el sistema mostró la información del prospecto dentro de una ficha organizada. Esta vista permitió consultar los datos principales del cliente potencial y revisar el estado en el que se encontraba dentro del flujo CRM.

Figura 16

Ficha de registro del prospecto en el módulo CRM

Santiago Avila

#1 · EN_REVISION

Solicitar datoCerrar detalle

Información principal

-

Nombre: Santiago Avila
Teléfono: 593960242464
Cédula: 1003537931
Nacionalidad: ECUATORIANA
Estado civil: SOLTERO
Fecha nacimiento: -
Ciudad: IMBABURA
Zona: IMBABURA
Creado por: Sistema / WhatsApp
Resultado filtro: REVISION_INDIVIDUAL
Motivo: Información inicial completa. Pasa a revisión de gerencia.

Revisión documental y datos confirmados

-

Ver documento

Cédula completa

1 de 2 - Frente

Frente RECIBIDO

The image shows the front of an Ecuadorian National ID card. At the top, it says "República Internacional del Ecuador" and "IBARRA". Below that is a photo of a young man with glasses. The name "SANTIAGO DAVID AVILA LITA" is printed below the photo, followed by "TE: HOLOGRAFÍA DE LA INFORMACIÓN" and "1003537931". At the bottom, there is a barcode and the words "ESTUDIANTE" and "DE LA TU FAMILIA".

Editar datos confirmados

Corrección manual

Nombre completo
Valor actual: Santiago Avila

Cédula
Valor actual: 1003537931

Santiago Avila1003537931

Fecha de nacimiento
Valor actual: -

Estado civil
Valor actual: SOLTERO

dd/mm/aaaaSOLTERO

Nacionalidad
Valor actual: ECUATORIANA

Ciudad
Valor actual: IMBABURA

ECUATORIANAIMBABURA

Zona
Valor actual: IMBABURA

IMBABURA

Observación de gerencia

Añade una nota sobre la revisión visual de la cédula.

Santiago Avila

#1 · EN_REVISION

Solicitar datoCerrar detalle

1. Validación principal del prospecto

Identidad, requisitos mínimos y documentosIncompleta

Validación principal incompleta. Completa datos y documentos antes de avanzar a Buró/Fiscalía/SUPA.

Cédula frente recibida
Cumple

Cédula reverso recibida
Cumple

Nombre confirmado
Cumple

Cédula confirmada
Cumple

Fecha de nacimiento registrada
Pendiente

Nacionalidad ecuatoriana
Cumple

Mayoría de edad validada
Pendiente

Edad operativa mínima 22+
Pendiente

Estado civil confirmado
Cumple

Ciudad/zona confirmada
Cumple

2. Revisión de apoyo o garante

No aplica

Solo aplica si existe apoyo, garante, cónyuge o soporte financiero detectado.
Sin apoyo registrado. La información de apoyo o garante puede completarse durante la gestión.

3. Buró / Fiscalía / SUPA

Revisión humana externa antes de decidirBloqueado

Complete primero la validación principal para habilitar Buró/Fiscalía/SUPA.

Buró titular
Sin revisión

Buró pareja / apoyo
No aplica

Fiscalía / SUPA
Sin revisión

cédula_frente_whatsapp_1035521842

La Figura 16 evidencia que el sistema permitió concentrar la información del prospecto en un solo espacio de consulta. Este resultado fue importante porque facilitó la revisión de datos y redujo la dependencia de registros externos o conversaciones dispersas.

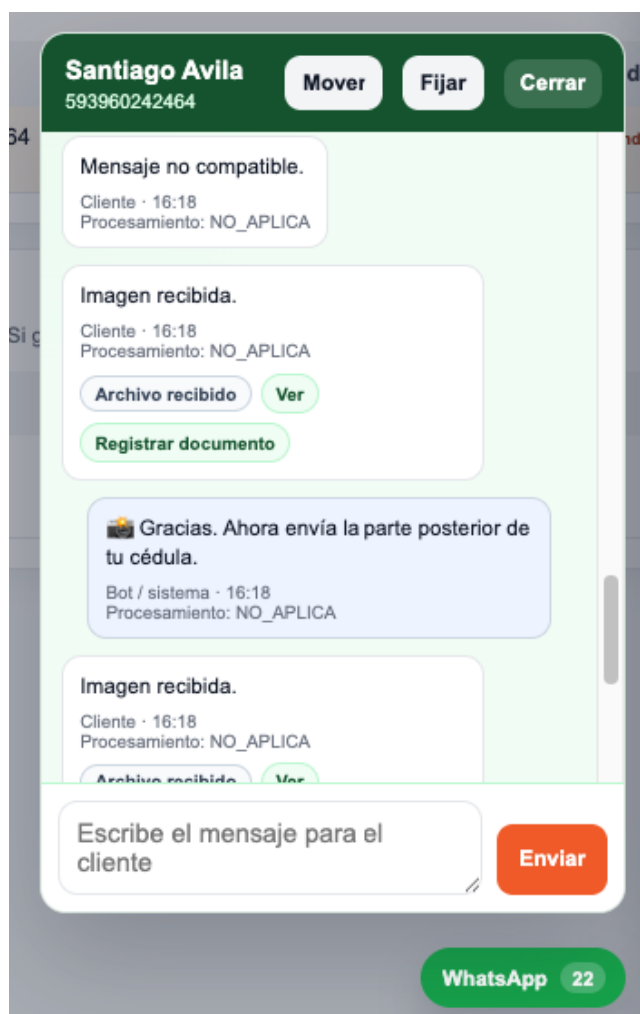
3.3.2. Registro de mensajes entrantes

El registro de mensajes entrantes permitió comprobar que las interacciones recibidas desde mensajería digital quedaran asociadas al prospecto correspondiente. Cada mensaje fue incorporado al historial de conversación, conservando su dirección, tipo de mensaje y relación con el caso.

Como se observa en la Figura 17, el sistema presentó los mensajes registrados dentro del entorno del CRM. Esta visualización permitió revisar el contenido de las interacciones sin depender únicamente de la aplicación de mensajería.

Figura 17

Registro de mensajes entrantes asociados al prospecto



La Figura 17 muestra que el módulo CRM permitió conservar las interacciones del prospecto dentro del sistema. Este resultado contribuyó a mejorar la trazabilidad de la comunicación comercial, ya que los mensajes quedaron vinculados a una conversación y a una ficha específica.

3.3.3. Historial de conversación del prospecto

El historial de conversación permitió reunir las interacciones registradas durante la atención del prospecto. Esta funcionalidad facilitó que los usuarios autorizados consultaran los mensajes previos y dieran continuidad al seguimiento comercial.

Como se presenta en la Figura 18, el historial permitió visualizar las interacciones asociadas al prospecto seleccionado. Esta información sirvió como respaldo para que gerencia o el asesor revisaran el avance del caso.

Figura 18

Historial de conversación del prospecto

Tipo de revisión

Individual

Resultado

Apto

Observación

Observación de gerencia

Registrar revisión

Asignación

Información de respaldo: WhatsApp y datos detectados

Historial reciente

Movimientos del expediente

15

27/6/2026, 16:18:11

WHATSAPP_FILTRO_BOT

Información inicial completa. Pasa a revisión de gerencia.

27/6/2026, 16:18:11

WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE

Mensaje entrante de WhatsApp registrado. Tipo: IMAGE.

27/6/2026, 16:18:39

WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE

Mensaje entrante de WhatsApp registrado. Tipo: IMAGE.

27/6/2026, 16:18:58

WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE

Mensaje entrante de WhatsApp registrado. Tipo: UNSUPPORTED.

27/6/2026, 16:17:36

WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS

Se detectaron 1 dato(s) desde WHATSAPP_TEXTO. Quedan pendientes de confirmación humana.

Revisiones registradas

Asignaciones registradas

La Figura 18 evidencia que el sistema organizó las interacciones de manera asociada al prospecto. Con ello, el CRM permitió dar seguimiento al proceso comercial desde una vista centralizada, manteniendo continuidad entre el contacto inicial, la revisión y las acciones posteriores.

3.4. Resultados de revisión gerencial y asignación de responsables

La revisión gerencial permitió validar el control previo que realiza gerencia antes de continuar con la gestión comercial del prospecto. Este resultado se relacionó con la necesidad de organizar el proceso interno y evitar que los prospectos pasen directamente a un asesor sin una revisión inicial.

En el módulo CRM inteligente, gerencia contó con una vista destinada a revisar la información registrada del prospecto, registrar observaciones internas y definir si el caso podía continuar dentro del flujo comercial. Esta acción no representó una aprobación crediticia, sino una revisión previa para determinar si el prospecto debía avanzar a la etapa de asignación.

3.4.1. Revisión previa del prospecto

La revisión previa permitió que gerencia analizara la información inicial del prospecto antes de asignarlo a un responsable. Esta validación ayudó a mantener un control interno sobre los casos que ingresaban al CRM.

Como se observa en la Figura 19, el sistema presentó a gerencia la información del prospecto junto con las opciones de revisión correspondientes. Esta vista permitió registrar el resultado de la revisión y conservar observaciones asociadas al caso.

Figura 19

Revisión previa del prospecto desde el panel de gerencia

Santiago Avila

#1 · Prospecto asignado · Supervisión de gerencia

Exportar CSV

Imprimir

Cerrar

Asesor asignado

Asesor Comercial

Teléfono

593960242464

Cédula

1003537931

Ciudad

IMBABURA

Asignación

ACTIVA

Supervisión del caso

Esta vista es solo de consulta para gerencia. El formulario comercial lo completa el asesor asignado.

Estado del prospecto

ASIGNADO

Resultado filtro

APTO

Estado civil

SOLTERO

Fecha de ingreso

27/6/2026, 16:16:32

Fecha asignación

27/6/2026, 16:26:45

Canal origen

WHATSAPP

Última revisión de gerencia

INDIVIDUAL · APTO

27/6/2026, 16:26:37

Sin observación.

Buró titular: APTO | Buró apoyo: NO_APLICA | Fiscalía/SUPA: SIN_NOVEDAD

Apoyos validados

No hay apoyos registrados.

Asignaciones registradas

27/6/2026, 16:26:45

Asesor Comercial

Gerencia asignó el prospecto para seguimiento comercial.

Estado: ACTIVA

Seguimientos del asesor

No hay seguimientos registrados todavía.

Documentos

CEDULA_FRENTE

RECIBIDO

Respaldo informativo interno de cédula recibido por WhatsApp. No se realizó OCR ni extracción automática de datos.

CEDULA_REVERSO

RECIBIDO

Respaldo informativo interno de cédula recibido por WhatsApp. No se realizó OCR ni extracción automática de datos.

Historial reciente

27/6/2026, 16:26:46

ASIGNACION_MANUAL

Prospecto asignado a Asesor Comercial y solicitud de crédito preparada.

27/6/2026, 16:26:46

WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_EN...

Se notificó al prospecto la asignación del asesor Asesor Comercial por WhatsApp...

27/6/2026, 16:26:37

REVISION_GERENCIA

Revisión registrada con resultado APTO.

27/6/2026, 16:26:25

GERENCIA_DATOS_CONFIRMADOS

Dato corregido por gerencia según revisión visual de cédula. Campo: Fecha de nacie...

27/6/2026, 16:18:11

WHATSAPP_FILTRO_BOT

Información inicial completa. Pasa a revisión de gerencia.

27/6/2026, 16:18:11

WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE

Mensaje entrante de WhatsApp registrado. Tipo: IMAGE.

27/6/2026, 16:18:09

WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE

Mensaje entrante de WhatsApp registrado. Tipo: IMAGE.

27/6/2026, 16:18:08

WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE

Mensaje entrante de WhatsApp registrado. Tipo: UNSUPPORTED.

Acción administrativa

La Figura 19 evidencia que el módulo incorporó una etapa de control previo antes de la asignación del prospecto. Este resultado permitió ordenar el flujo comercial y mantener registro de la intervención de gerencia dentro del sistema.

99

3.4.2. Asignación del prospecto a un responsable

La asignación de responsables permitió vincular un prospecto revisado con un usuario encargado de continuar la gestión comercial. Este proceso fue validado desde el perfil de gerencia, ya que este rol tuvo la responsabilidad de asignar o controlar la distribución de casos.

Como se muestra en la Figura 20, el sistema permitió seleccionar el responsable del seguimiento y asociarlo al prospecto correspondiente. Esta acción permitió que el caso quedara disponible para el asesor asignado dentro de su panel de trabajo.

Figura 20

Asignación del prospecto a un responsable

Asignación

Prospecto listo para asignación
La revisión favorable no asigna automáticamente. Elige quién trabajará el expediente comercial.

Seleccionar asesor ▼

Asignar automáticamente

Asignar

Asignación

Prospecto listo para asignación
La revisión favorable no asigna automáticamente. Elige quién trabajará el expediente comercial.

✓ Seleccionar asesor

- Santiago Avila - ASESOR (0 activos)
- Asesor Comercial - ASESOR (1 activos)
- Gerente Comercial - GERENTE (0 activos)

Asignar

La Figura 20 muestra que el módulo CRM permitió relacionar el prospecto con un usuario responsable. Este resultado fue necesario para organizar el seguimiento comercial y evitar que los casos quedaran sin responsable dentro del sistema.

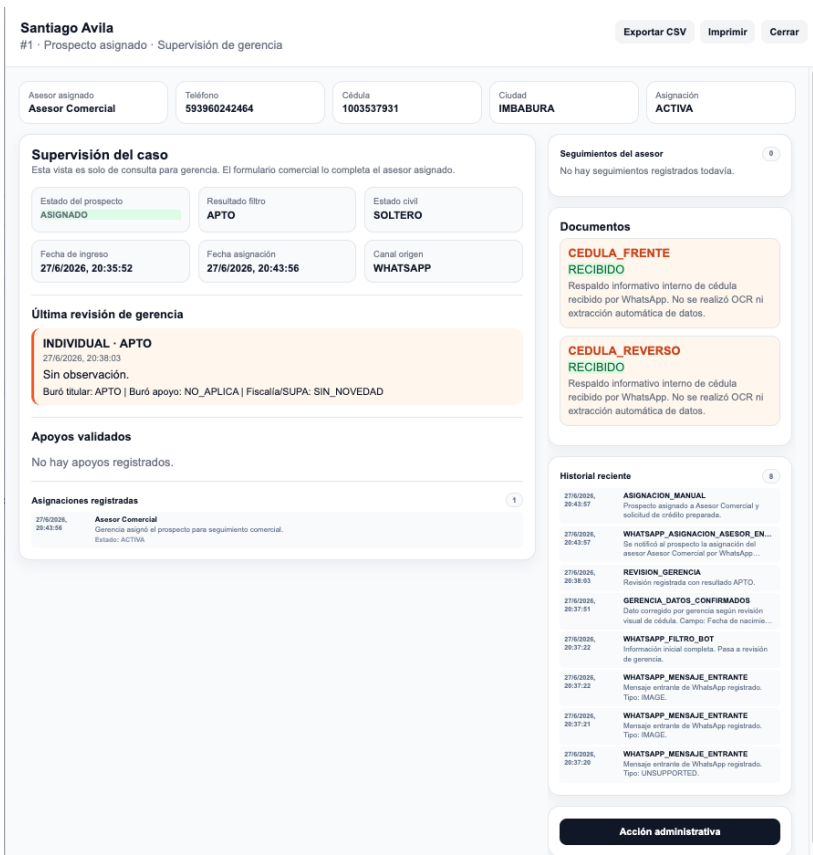
3.4.3. Control de seguimiento desde gerencia

El control de seguimiento desde gerencia permitió supervisar el estado de los prospectos registrados y verificar si los casos ya contaban con revisión o responsable asignado. Esta funcionalidad aportó una vista general del avance de los prospectos dentro del flujo CRM.

Como se presenta en la Figura 21, el panel de gerencia permitió consultar el estado de los prospectos y revisar su avance dentro del proceso. Esta información facilitó el control interno sin reemplazar la gestión directa realizada por el asesor.

Figura 21

Control de seguimiento de prospectos desde gerencia



La Figura 21 evidencia que gerencia contó con una vista de supervisión para revisar el avance de los casos. Este resultado permitió mantener control sobre el proceso comercial, identificar prospectos pendientes de gestión y conservar trazabilidad de las acciones realizadas.

3.5. Resultados de gestión del asesor

La gestión del asesor permitió validar el seguimiento comercial de los prospectos asignados dentro del módulo CRM inteligente. Esta sección se relacionó con el objetivo de desarrollar interfaces de usuario para consulta, interacción y seguimiento de información procesada, ya que el asesor necesitó una vista específica para trabajar únicamente con los casos bajo su responsabilidad.

En el sistema, el asesor pudo consultar los prospectos asignados, revisar la información disponible, acceder al historial de interacciones y registrar acciones relacionadas con el seguimiento comercial. Esta organización permitió diferenciar la revisión gerencial del trabajo operativo realizado por el asesor.

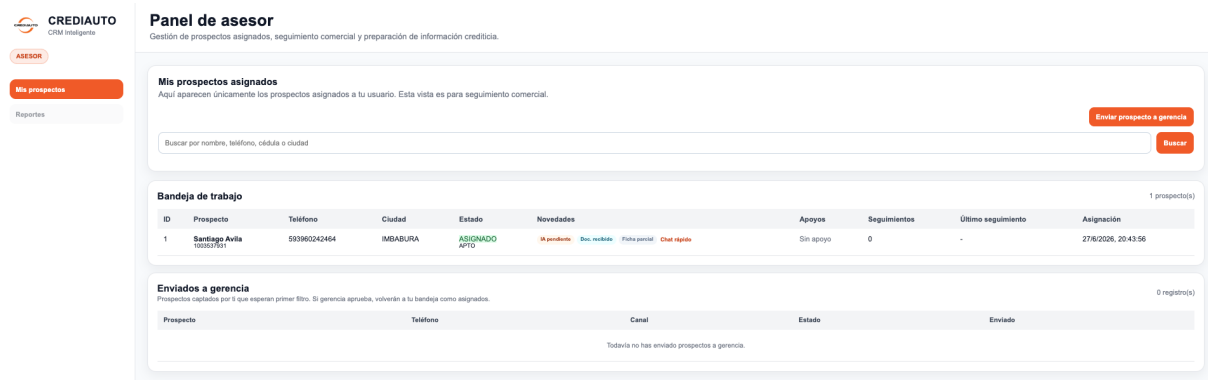
3.5.1. Consulta de prospectos asignados

La consulta de prospectos asignados permitió verificar que el asesor accediera únicamente a los casos vinculados a su usuario. Esta restricción fue necesaria para mantener orden en la gestión comercial y evitar que los asesores visualizaran información de prospectos no asignados.

Como se muestra en la Figura 22, el panel del asesor presentó los prospectos disponibles para su seguimiento. Esta vista permitió identificar el estado del caso y acceder a la información registrada previamente en el CRM.

Figura 22

Consulta de prospectos asignados al asesor



La Figura 22 evidencia que el módulo CRM organizó los casos según el responsable asignado. Este resultado permitió que el asesor trabajara sobre una cartera específica de prospectos, manteniendo separación entre usuarios y control sobre la información consultada.

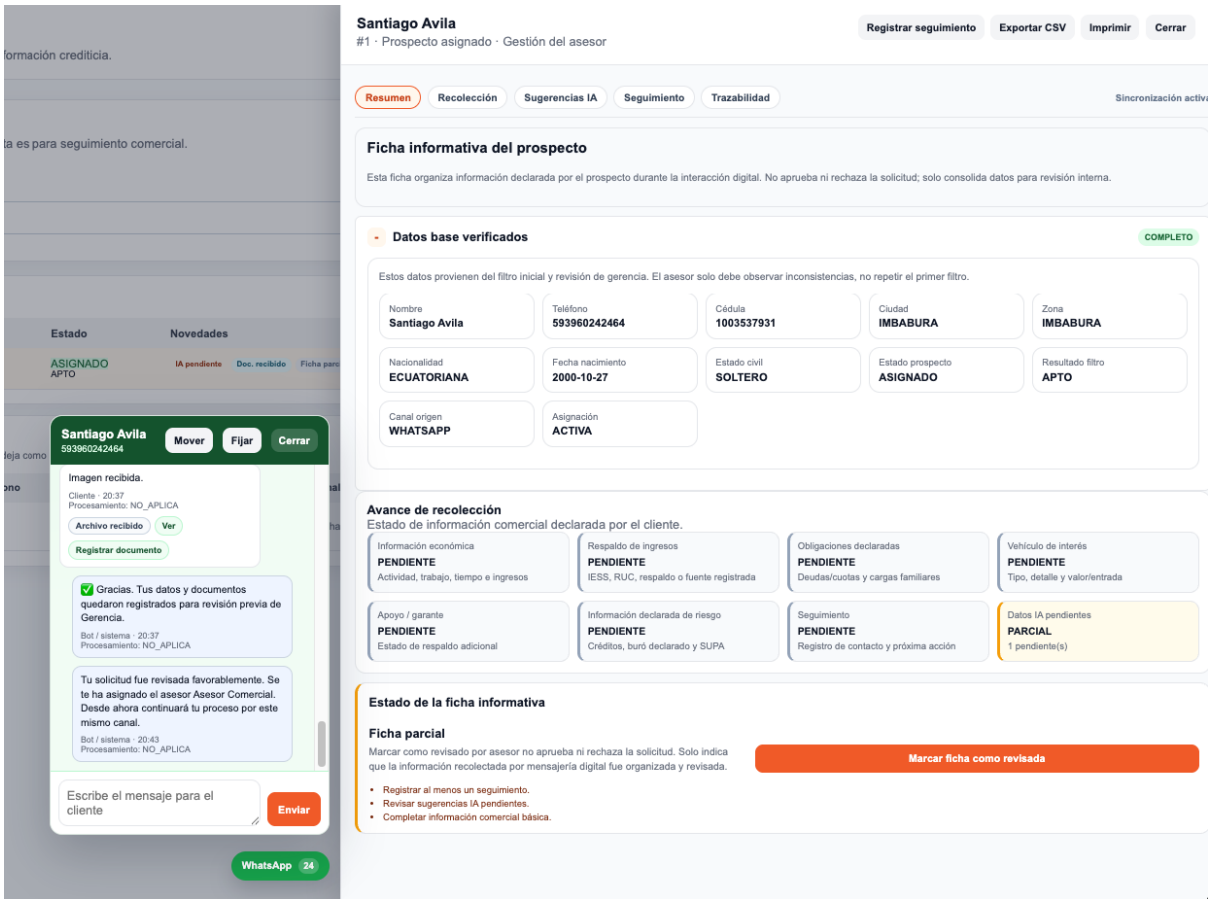
3.5.2. Seguimiento de interacciones

El seguimiento de interacciones permitió que el asesor revisara los mensajes asociados al prospecto y continuara la gestión comercial desde el CRM. Esta funcionalidad centralizó la información necesaria para dar continuidad a la atención del caso.

Como se observa en la Figura 23, el sistema presentó el historial de mensajes y la información relacionada con la conversación del prospecto. Esta vista permitió al asesor revisar los antecedentes antes de registrar nuevas acciones o continuar el contacto comercial.

Figura 23

Seguimiento de interacciones del prospecto desde el panel del asesor



La Figura 23 muestra que el asesor contó con una vista de consulta de interacciones vinculadas al prospecto. Este resultado facilitó la continuidad del seguimiento, ya que el usuario pudo revisar mensajes previos, datos registrados y el contexto general del caso.

3.5.3. Actualización del estado del prospecto

La actualización del estado del prospecto permitió registrar el avance del caso dentro del flujo comercial. Esta acción ayudó a mantener información actualizada sobre la situación del prospecto y permitió que otros usuarios autorizados consultaran el progreso del seguimiento.

Como se presenta en la Figura 24, el sistema permitió modificar o registrar acciones relacionadas con el estado del prospecto desde la vista de gestión del asesor. Esta funcionalidad aportó control sobre el avance del caso dentro del CRM.

Figura 24

Actualización del estado del prospecto desde la gestión del asesor

The image displays two side-by-side screenshots of a CRM interface. The left screenshot shows the 'Panel de asesor' (Advisor Panel) with a table of assigned prospects and a chat window for 'Santiago Avila'. The right screenshot shows the 'Formulario comercial y crediticio' (Commercial and Credit Form) for the same prospect, with various input fields for economic and financial data.

Panel de asesor
Gestión de prospectos asignados, seguimiento comercial y preparación de información crediticia.

Mis prospectos asignados
Aquí aparecen únicamente los prospectos asignados a tu usuario. Esta vista es para seguimiento comercial.

Buscar por nombre, teléfono, cédula o ciudad

Bandeja de trabajo

ID	Prospecto	Teléfono	Ciudad	Estado	Notas
1	Santiago Avila	59396024264	IMBABURA	ASIGNADO	IA pendiente - Doc. recibido - Ficha pro...

Enviados a gerencia
Prospectos captados por ti que esperan primer filtro. Si gerencia aprueba, volverán a tu bandeja de trabajo.

Chat window for Santiago Avila:

Imagen recibida.
Cliente: 20:37
Procesamiento: NO_APLICA
Archivo recibido - Ver
Registrar documento

Gracias. Tus datos y documentos quedaron registrados para revisión previa de Gerencia.
Bot / sistema: 20:37
Procesamiento: NO_APLICA

Tu solicitud fue revisada favorablemente. Se te ha asignado el asesor Asesor Comercial. Desde ahora continuará tu proceso por este mismo canal.
Bot / sistema: 20:43
Procesamiento: NO_APLICA

Escribe el mensaje para el cliente
Enviar

Formulario comercial y crediticio
#1 - Prospecto asignado - Gestión del asesor

Resumen Recolección Sugencias IA Seguimiento Trazabilidad

TOTAL OBLIGACIONES \$0,00 LIBRE MENSUAL \$0,00 % LIBRE 0.00% MONTO FINANCIAR \$0,00 % ENTRADA 0.00%

Completar ingresos, deudas y valor del vehículo para calcular.

Datos económicos PENDIENTE

Actividad económica: Seleccionar Tipo de trabajo: Seleccionar

Tiempo actividad: Seleccionar

Ingresos mensuales: Aproximado declarado por el cliente. Registrar solo número.
0.00

Otras obligaciones: Servicios, pagos recurrentes u obligaciones no incluidas como deuda.
0.00

Cargas familiares: Número entero. Si no tiene, registrar 0.
0

Información laboral / tributaria PENDIENTE

Vehículo y financiamiento PENDIENTE

Asistente de datos PARCIAL

Selecciona un mensaje y aplica solo los datos que revisaste.

Mensaje del cliente: 01:36 - Soltero - 1 dato(s)
Mensaje del cliente: Soltero

Datos detectados: 1 dato(s)
Estado civil: SOLTERO - confianza 90% - Añadir

Guía de preguntas sugeridas

¿qué valor aproximado podría dar como entrada?
FALTANTE - sol - entrada - ALTA - FORMULARIO - SUGERIDA - falta completar entrada en la ficha informativa. Copiar Usar en mensaje

¿me confirma cuál es su ingreso mensual aproximado y de dónde proviene?
FALTANTE - sol - ingresos mensuales - ALTA - FORMULARIO - SUGERIDA - falta completar ingresos mensuales en la ficha informativa. Copiar Usar en mensaje

¿me confirma la ciudad y sector donde reside actualmente?
FALTANTE - pros - pareja - ciudad - MEDIA - FORMULARIO - SUGERIDA - falta completar pareja ciudad en la ficha

La Figura 24 evidencia que el asesor pudo registrar avances sobre los prospectos asignados. Este resultado contribuyó a mantener actualizado el historial comercial del caso y a conservar trazabilidad sobre las acciones realizadas durante el seguimiento.

3.6. Resultados del procesamiento de texto, audio e inteligencia artificial

El procesamiento de texto, audio e inteligencia artificial permitió validar que el módulo CRM inteligente pudiera transformar interacciones provenientes de mensajería digital en información útil para la gestión comercial. Esta sección se relacionó con el objetivo de desarrollar funcionalidades basadas en inteligencia artificial para interpretar interacciones de audio y texto y transformarlas en registros estructurados.

En el sistema, los mensajes escritos fueron procesados para identificar datos relevantes del prospecto. De igual manera, los mensajes de voz fueron transcritos automáticamente para que su contenido pudiera ser consultado dentro del CRM y utilizado en el proceso de revisión de información.

3.6.1. Procesamiento de mensajes de texto

El procesamiento de mensajes de texto permitió identificar información comercial dentro de las interacciones recibidas desde mensajería digital. Esta función sirvió como apoyo para detectar datos mencionados por el prospecto y organizarlos dentro del sistema.

Como se muestra en la Figura 25, el CRM permitió visualizar mensajes de texto registrados y asociados al prospecto. Esta información constituyó la base para generar sugerencias de datos que posteriormente debían ser revisadas por un usuario autorizado.

Figura 25

Procesamiento de mensaje de texto asociado al prospecto

The screenshot displays the CRM interface for a prospect named Santiago Avila. The main content area shows a 'Formulario comercial y crediticio' with fields for 'TOTAL OBLIGACIONES', 'LIBRE MENSUAL', '% LIBRE', 'MONTO FINANCIAR', and '% ENTRADA'. The right sidebar contains 'Datos detectados' and 'Guía de preguntas sugeridas'. A red box highlights a message in the 'Mensajes del cliente' section: 'Audio transcrito aproximadamente ganó 900 dólares y me dedico a lo que es desarrollo de sodas'.

Actividad económica	Tipo de trabajo
Seleccionar	Seleccionar

Ingresos mensuales	Otras obligaciones
Aproximado declarado por el cliente. Registrar solo número.	Servicios, pagos recurrentes u obligaciones no incluidas como deuda.
900	0.00

Deudas mensuales	Cargas familiares
Total de cuotas o deudas mensuales declaradas. Si indica que no tiene, registrar 0.	Número entero. Si no tiene, registrar 0.
0.00	0

Información laboral / tributaria
PENDIENTE

La Figura 25 evidencia que los mensajes escritos no quedaron únicamente como conversaciones aisladas, sino que fueron incorporados al historial del prospecto. Este resultado permitió que el contenido textual sirviera como insumo para la identificación de información relevante dentro del proceso comercial.

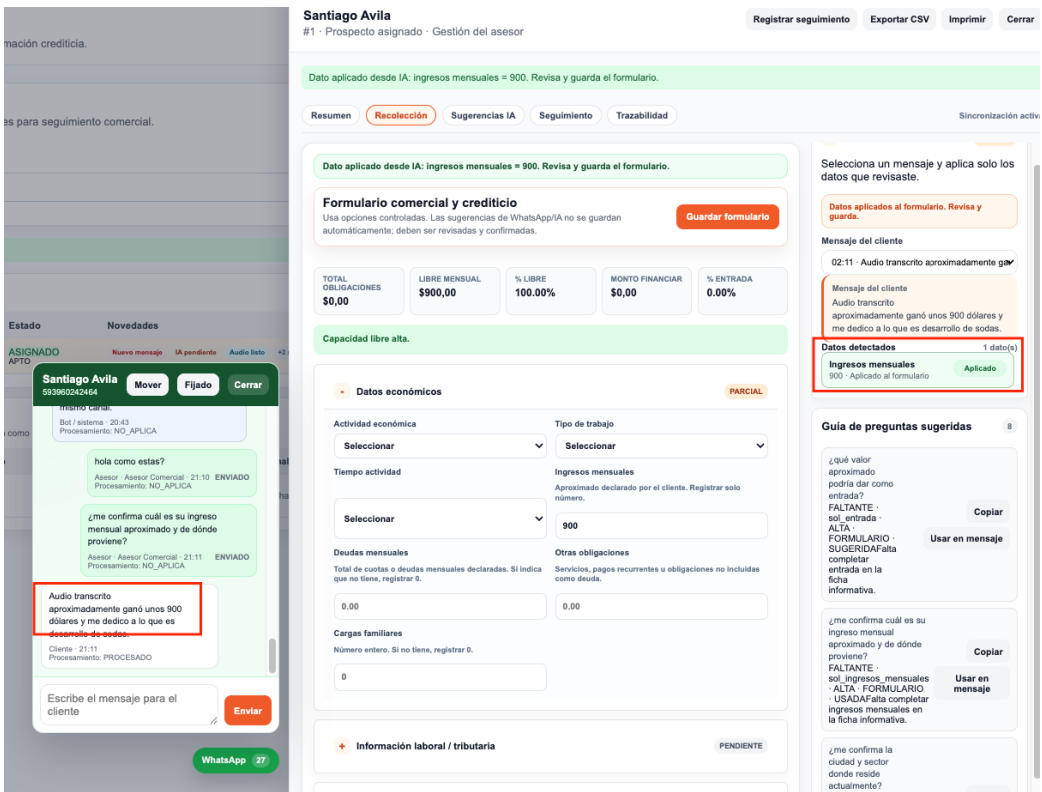
3.6.2. Transcripción automática de audios

La transcripción automática permitió convertir mensajes de voz en texto dentro del CRM. Esta funcionalidad fue necesaria debido a que parte de las interacciones comerciales pueden llegar en formato de audio, lo que dificulta su revisión si no se registra una versión textual.

Como se presenta en la Figura 26, el sistema permitió asociar un audio recibido con su transcripción correspondiente. Esta vista facilitó la consulta del contenido del mensaje sin necesidad de reproducir el archivo de voz de manera constante.

Figura 26

Transcripción automática de audio dentro del CRM



La Figura 26 muestra que el módulo CRM permitió incorporar los mensajes de voz al historial textual del prospecto. Este resultado favoreció la continuidad del seguimiento comercial y permitió que la información expresada en audio pudiera ser revisada dentro del sistema.

3.6.3. Generación de sugerencias mediante inteligencia artificial

La generación de sugerencias mediante inteligencia artificial permitió identificar posibles datos relevantes a partir de mensajes de texto o transcripciones. Estas sugerencias no actualizaron automáticamente la ficha del prospecto, sino que quedaron disponibles para revisión humana.

Como se observa en la Figura 27, el sistema presentó datos sugeridos a partir de la información procesada. Estos datos pudieron corresponder a información personal, estado civil, ciudad, apoyos requeridos u otros elementos útiles para la revisión comercial.

Figura 27
Sugerencias generadas mediante inteligencia artificial

Figura 27
Sugerencias generadas mediante inteligencia artificial



La Figura 27 evidencia que la inteligencia artificial funcionó como apoyo para la identificación de información, sin reemplazar el criterio del usuario. Este resultado fue importante porque permitió agilizar la organización de datos, manteniendo la revisión humana como condición necesaria antes de incorporar información a la ficha del prospecto.

3.7. Resultados de validación humana de información

La validación humana de información permitió comprobar que los datos generados a partir de mensajes, transcripciones e inteligencia artificial no se incorporaran automáticamente a la ficha del prospecto. Esta sección se relacionó con el objetivo de transformar interacciones de audio y texto en registros estructurados, manteniendo la revisión del usuario como parte obligatoria del proceso.

En el módulo CRM inteligente, las sugerencias generadas por el sistema quedaron disponibles para revisión. A partir de esta vista, el usuario autorizado pudo confirmar, corregir o descartar la información antes de actualizar los datos del prospecto.

3.7.1. Revisión de datos sugeridos

La revisión de datos sugeridos permitió visualizar la información identificada por el sistema a partir de mensajes escritos o transcripciones de audio. Esta funcionalidad ayudó a organizar los posibles datos relevantes sin reemplazar la intervención del usuario.

Como se muestra en la Figura 28, el sistema presentó las sugerencias detectadas para que fueran revisadas antes de incorporarse a la ficha del prospecto.

Figura 28

Revisión de datos sugeridos por el sistema

La Figura 28 evidencia que la información identificada por el sistema fue presentada como sugerencia y no como dato definitivo. Este resultado permitió mantener control sobre la calidad de la información registrada en el CRM.

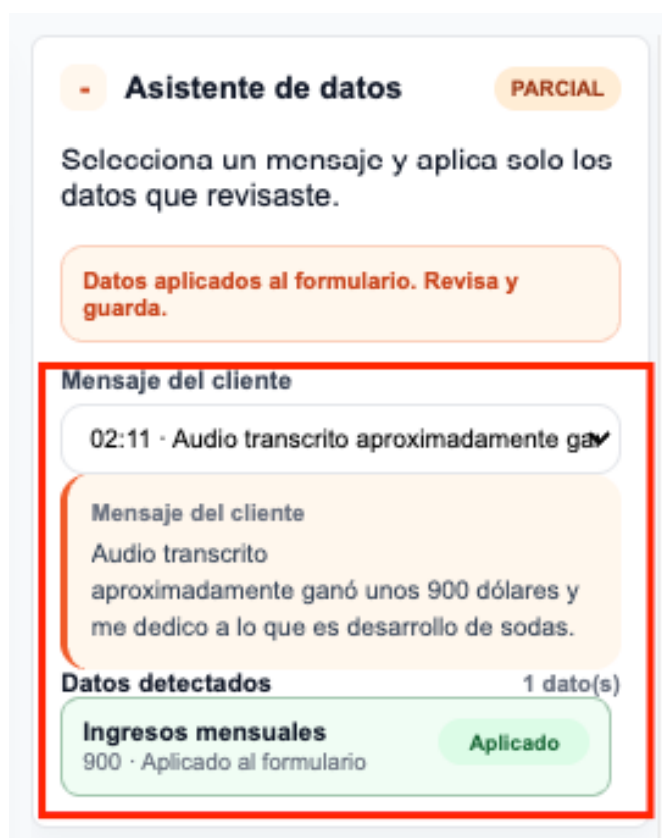
3.7.2. Confirmación o descarte de información

La confirmación o descarte de información permitió que el usuario validara manualmente los datos sugeridos. Esta acción fue necesaria para evitar que información incompleta, incorrecta o mal interpretada actualizara la ficha del prospecto.

Como se observa en la Figura 29, el sistema permitió seleccionar una acción sobre la información detectada. Con ello, el usuario pudo decidir si el dato debía confirmarse, corregirse o descartarse.

Figura 29

Confirmación o descarte de información sugerida



La Figura 29 muestra que el CRM incorporó una etapa de validación previa antes de modificar la información del prospecto. Este resultado permitió conservar la intervención humana como criterio de control dentro del proceso comercial.

3.7.3. Actualización de la ficha del prospecto

La actualización de la ficha del prospecto permitió registrar únicamente la información previamente validada. De esta manera, los datos confirmados pasaron a formar parte del expediente del prospecto dentro del CRM.

Como se presenta en la Figura 30, la ficha del prospecto reflejó la información confirmada luego del proceso de validación humana. Esta actualización permitió mantener una ficha más completa y organizada para la gestión comercial.

Figura 30

Ficha del prospecto actualizada con información validada

The screenshot displays a CRM interface for updating a prospect's profile. The main form is titled 'Formulario comercial y crediticio' and includes a 'Guardar formulario' button. A summary table shows the following data:

TOTAL OBLIGACIONES	LIBRE MENSUAL	% LIBRE	MONTO FINANCIAR	% ENTRADA
\$0,00	\$900,00	100.00%	\$0,00	0.00%

Below the table, a green bar indicates 'Capacidad libre alta.' The 'Datos económicos' section is highlighted with a red box and contains the following fields:

- Actividad económica: Selecc...
- Tipo de trabajo: Selecc...
- Tiempo actividad: Selecc...
- Ingresos mensuales: 900 (highlighted with a red box)
- Otras obligaciones: 0.00
- Deudas mensuales: 0.00

On the right side, the 'Asistente de datos' panel shows a 'Mensaje del cliente' and a 'Datos detectados' section. The 'Datos detectados' section is highlighted with a red box and shows 'Ingresos mensuales 900' with a green 'Aplicado' button.

La Figura 30 evidencia que el sistema permitió incorporar información estructurada al expediente del prospecto únicamente después de la revisión del usuario. Este resultado fortaleció la confiabilidad del registro y mantuvo trazabilidad sobre la información utilizada en la gestión comercial.

3.8. Resultados de la evaluación operativa

La evaluación operativa complementó las pruebas funcionales mediante indicadores calculados a partir de los registros existentes en el módulo CRM inteligente. Los datos se obtuvieron mediante consultas SQL de solo lectura, sin modificar el código, la estructura de la base de datos ni la información almacenada.

Los resultados se organizaron en cuatro dimensiones: eficiencia de captación, calidad de la información, eficiencia de seguimiento y avance comercial. Para cada indicador se consideraron únicamente los registros que contaban con la información necesaria para realizar el cálculo.

Las comparaciones se efectuaron entre prospectos con evidencia registrada de procesamiento automático y prospectos sin dicha evidencia. Esta clasificación tuvo carácter observacional y retrospectivo, por lo que los resultados permitieron identificar tendencias operativas, pero no establecer una relación causal exclusiva con el uso de inteligencia artificial.

3.8.1. Resultados de eficiencia de captación

El primer indicador evaluado correspondió a la fecha y hora del primer contacto registrado para cada prospecto. Esta variable se utilizó como punto inicial para calcular posteriormente el tiempo de primera respuesta y la duración operativa de la captación.

La información se obtuvo a partir de la fecha de inicio de la primera conversación asociada a cada prospecto. Como se observa en la Figura 31, la consulta permitió identificar los registros que contaban con una marca temporal de primer contacto y clasificarlos según la existencia de evidencia de procesamiento automático.

Figura 31

Registro de la fecha y hora del primer contacto por prospecto

Query Query History					
Data Output Messages Notifications					
SQL					
	pros_id integer	pros_nombre_completo character varying (200)	pros_identificacion character varying (30)	fecha_hora_primer_contacto timestamp without time zone	grupo text
1	5	QA_FULL_INCOMPLETO_FILTRO_001	[null]	2026-07-13 13:06:42.998565	experimental
2	7	QA_FULL_ASIGNADO_MANUAL_001	1000000065	2026-07-13 13:06:56.924481	control
3	8	QA_FULL_GERENTE_OPERATIVO_001	1000000081	2026-07-13 13:06:57.49004	control
4	9	QA_FULL_AUTOASIGNADO_ASESOR_001	1000000073	2026-07-13 13:06:58.326951	control
5	10	QA_FULL_REASIGNACION_001	1000000099	2026-07-13 13:06:58.800965	control
6	11	QA_FULL_IA_TEXTO_COMPLETO_001	1000001097	2026-07-13 13:06:59.64691	experimental
7	12	QA_FULL_IA_RESPUESTA_CORTA_001	1000001105	2026-07-13 13:07:00.079695	experimental
8	13	QA_FULL_IA_VEHICULO_MONTOS_001	1000001113	2026-07-13 13:07:00.50226	experimental
9	14	QA_FULL_IA_OTRO_001	1000001121	2026-07-13 13:07:00.934854	experimental
10	15	QA_FULL_IA_SIN_DATOS_001	1000001139	2026-07-13 13:07:01.359667	experimental
11	16	QA_FULL_IA_INCONSISTENTE_001	1000001147	2026-07-13 13:07:01.790273	experimental
12	17	QA_FULL_IA_AUDIO_001	1000001154	2026-07-13 13:07:02.244148	experimental
13	18	QA_FULL_FICHA_REVISADA_001	1000001162	2026-07-13 13:07:02.666097	control
14	19	QA_FULL_POST_FICHA_001	1000001170	2026-07-13 13:07:03.091558	experimental
15	24	Cliente WhatsApp 2464	[null]	2026-07-14 10:18:22.463047	experimental
16	25	Santiago Quishpe	1002697223	2026-07-14 10:20:49.762724	experimental
17	26	Pusda Chulde Segundo	0401567938	2026-07-14 10:25:20.317498	experimental
18	2	QA_FULL_RECHAZADO_EDAD_001	1000000016	[null]	control
19	3	QA_FULL_RECHAZADO_COBERTURA_001	1000000024	[null]	control
20	4	QA_FULL_RECHAZADO_NACIONALIDAD_001	1000000032	[null]	control
21	6	QA_FULL_EN_REVISION_MANUAL_001	1000000057	[null]	control
22	20	QA_FULL_DUPLICADO_TELEFONO_001	1000000198	[null]	control
23	21	QA_FULL_TELEFONO_INVALIDO_001	1000000206	[null]	control

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada a los registros de prospectos y conversaciones. Los valores [null] indican que no se encontró una fecha de inicio de conversación asociada al prospecto dentro de los registros disponibles.

La Figura 31 evidencia que, de los 23 prospectos consultados, 17 contaron con una fecha y hora de primer contacto registrada, mientras que seis presentaron un valor nulo. Esto indicó que la mayoría de los casos disponía de la marca temporal necesaria para iniciar el cálculo de

los indicadores de captación. Los registros sin fecha no fueron eliminados del análisis general, pero debían excluirse de las métricas que requerían obligatoriamente un momento inicial.

La consulta también permitió comprobar que los prospectos podían clasificarse entre registros con evidencia de procesamiento automático y registros sin dicha evidencia. Sin embargo, esta figura no determinó todavía una diferencia de eficiencia entre ambas categorías, debido a que únicamente presentó la variable temporal de inicio. Para establecer dicha comparación fue necesario relacionar el primer contacto con la primera respuesta y con el evento definido como finalización operativa de la captación.

Figura 32

Tiempo de primera respuesta registrado por prospecto

pros_id	pros_nombre_completo	conv_id	conv_fecha_inicio	primera_fecha_entrante	primera_fecha_saliente	tiempo_primera_respuesta_segundos	grupo
integer	character varying (200)	integer	timestamp without time zone	timestamp without time zone	timestamp without time zone	numeric (14,2)	text
1	5 QA_FULL_INCOMPLETO_FILTRO_001	2	2026-07-13 13:06:42.998565	2026-07-13 13:06:43.001924	2026-07-13 13:06:43.036353	0.03	experiment...
2	11 QA_FULL_IA_TEXTO_COMPLETO_001	7	2026-07-13 13:06:59.64691	2026-07-13 13:07:03.567712	2026-07-13 13:07:31.640095	28.07	experiment...
3	12 QA_FULL_IA_RESPUESTA_CORTA_001	8	2026-07-13 13:07:00.079695	2026-07-13 13:08:13.959957	2026-07-13 13:08:14.287588	0.33	experiment...
4	13 QA_FULL_IA_VEHICULO_MONTOS_001	9	2026-07-13 13:07:00.50226	2026-07-13 13:08:15.31225	[null]	[null]	experiment...
5	14 QA_FULL_IA_OTRO_001	10	2026-07-13 13:07:00.934854	2026-07-13 13:08:41.448005	[null]	[null]	experiment...
6	15 QA_FULL_IA_SIN_DATOS_001	11	2026-07-13 13:07:01.359667	2026-07-13 13:09:10.983093	[null]	[null]	experiment...
7	16 QA_FULL_IA_INCONSISTENTE_001	12	2026-07-13 13:07:01.790273	2026-07-13 13:09:39.201238	[null]	[null]	experiment...
8	17 QA_FULL_IA_AUDIO_001	13	2026-07-13 13:07:02.244148	2026-07-13 13:10:09.178643	[null]	[null]	experiment...
9	19 QA_FULL_POST_FICHA_001	15	2026-07-13 13:07:03.091558	2026-07-13 13:10:49.123765	[null]	[null]	experiment...
10	24 Cliente WhatsApp 2464	18	2026-07-14 10:18:22.463047	2026-07-14 15:16:50	[null]	[null]	experiment...
11	25 Santiago Quispe	19	2026-07-14 10:20:49.762724	2026-07-14 15:20:20	[null]	[null]	experiment...
12	26 Pusda Chulde Segundo	20	2026-07-14 10:25:20.317498	2026-07-14 15:21:29	[null]	[null]	experiment...
13	2 QA_FULL_RECHAZADO_EDAD_001	[null]	[null]	[null]	[null]	[null]	control
14	3 QA_FULL_RECHAZADO_COBERTURA_001	[null]	[null]	[null]	[null]	[null]	control
15	4 QA_FULL_RECHAZADO_NACIONALIDAD_0...	[null]	[null]	[null]	[null]	[null]	control
16	6 QA_FULL_EN_REVISION_MANUAL_001	[null]	[null]	[null]	[null]	[null]	control
17	7 QA_FULL_ASIGNADO_MANUAL_001	3	2026-07-13 13:06:56.924481	[null]	[null]	[null]	control
18	8 QA_FULL GERENTE_OPERATIVO_001	4	2026-07-13 13:06:57.49004	[null]	[null]	[null]	control
19	9 QA_FULL_AUTOASIGNADO_ASESOR_001	5	2026-07-13 13:06:58.326951	[null]	[null]	[null]	control
20	10 QA_FULL_REASIGNACION_001	6	2026-07-13 13:06:58.800965	[null]	[null]	[null]	control
21	18 QA_FULL_FICHA_REVISADA_001	14	2026-07-13 13:07:02.666097	[null]	[null]	[null]	control
22	20 QA_FULL_DUPLICADO_TELEFONO_001	[null]	[null]	[null]	[null]	[null]	control
23	21 QA_FULL_TELEFONO_INVALIDO_001	[null]	[null]	[null]	[null]	[null]	control

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada a los mensajes entrantes y salientes de la primera conversación de cada prospecto. Los valores nulos indican que no se encontró un mensaje entrante, una respuesta saliente posterior o una conversación asociada que permitiera calcular el indicador. Las categorías control y experimental correspondieron a una clasificación operativa de los registros y no a grupos asignados aleatoriamente.

La Figura 32 muestra que tres de los 23 prospectos consultados contaron con un mensaje entrante y una respuesta saliente posterior que permitieron calcular el tiempo de primera

respuesta. Los tiempos registrados fueron de 0,03, 28,07 y 0,33 segundos. Los 20 registros restantes presentaron valores nulos debido a la ausencia de una conversación, de un mensaje entrante o de una respuesta saliente posterior dentro de la primera conversación registrada.

Los tres casos con un tiempo calculable pertenecieron a la categoría con evidencia de procesamiento automático. En la categoría sin evidencia de procesamiento automático no se obtuvieron observaciones válidas para este indicador. En consecuencia, estos resultados permitieron comprobar el registro de respuestas automáticas en determinados casos, pero no fueron suficientes para realizar una comparación entre ambas categorías.

Figura 33

Fecha de finalización y tiempo total de captación por prospecto

Data Output Messages Notifications							
Showing rows: 1 to 23 Page No: 1							
	pros_id [PK] integer	pros_nombre_completo character varying (200)	fecha_hora_primer_contacto timestamp without time zone	fecha_hora_fin_captacion timestamp without time zone	fuentes_fin_captacion text	tiempo_captacion_minutos numeric	grupo text
1	5	QA_FULL_INCOMPLETO_FILTRO_001	2026-07-13 13:06:42.998565	[null]	[null]	[null]	experiment...
2	7	QA_FULL_ASIGNADO_MANUAL_001	2026-07-13 13:06:56.924481	2026-07-13 13:06:56.990664	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00110305000000000000	control
3	8	QA_FULL GERENTE_OPERATIVO_001	2026-07-13 13:06:57.49004	2026-07-13 13:06:57.55937	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00115550000000000000	control
4	9	QA_FULL_AUTOASIGNADO_ASESOR_001	2026-07-13 13:06:58.326951	2026-07-13 13:06:58.394197	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00112076666666666667	control
5	10	QA_FULL_REASIGNACION_001	2026-07-13 13:06:58.800965	2026-07-13 13:06:59.281742	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00801295000000000000	control
6	11	QA_FULL_IA_TEXTO_COMPLETO_001	2026-07-13 13:06:59.64691	2026-07-13 13:06:59.714258	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00112246666666666667	experiment...
7	12	QA_FULL_IA_RESPUESTA_CORTA_001	2026-07-13 13:07:00.079695	2026-07-13 13:07:00.147366	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00112785000000000000	experiment...
8	13	QA_FULL_IA_VEHICULO_MONTOS_001	2026-07-13 13:07:00.50226	2026-07-13 13:07:00.569971	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00112851666666666667	experiment...
9	14	QA_FULL_IA_OTRO_001	2026-07-13 13:07:00.934854	2026-07-13 13:07:01.000815	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00109935000000000000	experiment...
10	15	QA_FULL_IA_SIN_DATOS_001	2026-07-13 13:07:01.359667	2026-07-13 13:07:01.427291	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00112706666666666667	experiment...
11	16	QA_FULL_IA_INCONSISTENTE_001	2026-07-13 13:07:01.790273	2026-07-13 13:07:01.85982	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00115911666666666667	experiment...
12	17	QA_FULL_IA_AUDIO_001	2026-07-13 13:07:02.244148	2026-07-13 13:07:02.310505	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00110595000000000000	experiment...
13	18	QA_FULL_FICHA_REVISADA_001	2026-07-13 13:07:02.666097	2026-07-13 13:07:02.735221	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00115206666666666667	control
14	19	QA_FULL_POST_FICHA_001	2026-07-13 13:07:03.091558	2026-07-13 13:07:03.158392	asignaciones_prospecto.asig_fec...	0.00111390000000000000	experiment...
15	24	Cliente WhatsApp 2464	2026-07-14 10:18:22.463047	[null]	[null]	[null]	experiment...
16	25	Santiago Quishpe	2026-07-14 10:20:49.762724	2026-07-14 10:27:56.430821	asignaciones_prospecto.asig_fec...	7.111134950000000000	experiment...
17	26	Pusda Chulde Segundo	2026-07-14 10:25:20.317498	[null]	[null]	[null]	experiment...
18	2	QA_FULL_RECHAZADO_EDAD_001	[null]	[null]	[null]	[null]	control
19	3	QA_FULL_RECHAZADO_COBERTURA_001	[null]	[null]	[null]	[null]	control
20	4	QA_FULL_RECHAZADO_NACIONALIDAD_0...	[null]	[null]	[null]	[null]	control
21	6	QA_FULL_EN_REVISION_MANUAL_001	[null]	[null]	[null]	[null]	control
22	20	QA_FULL_DUPLICADO_TELEFONO_001	[null]	[null]	[null]	[null]	control
23	21	QA_FULL_TELEFONO_INVALIDO_001	[null]	[null]	[null]	[null]	control

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada a las fechas de inicio de conversación, revisión gerencial, historial y asignación de prospectos. Los valores nulos indican que no se encontró una fecha inicial o un evento posterior que permitiera establecer la finalización operativa de la captación.

La Figura 33 muestra que 14 de los 23 prospectos consultados contaron con una fecha de primer contacto y un evento posterior que permitió calcular el tiempo total de captación. De estos registros, cinco correspondieron a la categoría sin evidencia de procesamiento automático y

nueve a la categoría con evidencia de procesamiento automático. Los nueve casos restantes presentaron valores nulos y no pudieron incluirse en el cálculo de este indicador.

En 13 de los registros válidos, el tiempo calculado fue inferior a 0,01 minutos, mientras que un caso presentó una duración de 7,11 minutos. La diferencia observada evidenció la presencia de un valor considerablemente mayor respecto de los demás, por lo que el resumen posterior debía considerar tanto el promedio como la mediana. Debido a que los datos correspondieron principalmente a pruebas controladas del sistema, estos resultados permitieron verificar el registro y cálculo de las marcas temporales, pero no representaron todavía el rendimiento del módulo en un entorno productivo.

Figura 34

Resumen del tiempo de captación según la clasificación operativa de los registros

	grupo text	total_prospectos bigint	registros_validos bigint	promedio_minutos numeric	mediana_minutos numeric	minimo_minutos numeric	maximo_minutos numeric	desviacion_estandar numeric
1	control	11	5	0.0025	0.0012	0.0011	0.0080	0.0031
2	experiment...	12	9	0.7911	0.0011	0.0011	7.1111	2.3700

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada a los tiempos de captación calculables. La categoría control correspondió a registros sin evidencia de procesamiento automático, mientras que la categoría experimental agrupó registros con evidencia de procesamiento automático. Esta clasificación fue observacional y no representó una asignación experimental aleatoria.

La Figura 34 muestra que la categoría control estuvo conformada por 11 prospectos, de los cuales cinco contaron con información suficiente para calcular el tiempo de captación. En esta categoría se obtuvo un promedio de 0,0025 minutos, una mediana de 0,0012 minutos, un mínimo de 0,0011 minutos y un máximo de 0,0080 minutos.

La categoría con evidencia de procesamiento automático estuvo conformada por 12 prospectos, de los cuales nueve presentaron registros válidos. El promedio fue de 0,7911 minutos, mientras que la mediana fue de 0,0011 minutos. El valor mínimo fue de 0,0011 minutos y el máximo alcanzó 7,1111 minutos, con una desviación estándar de 2,3700 minutos.

Aunque el promedio de la categoría con procesamiento automático fue mayor, su mediana fue similar a la obtenida en la categoría control. Esta diferencia entre promedio y mediana se produjo por la presencia de un caso con una duración de 7,1111 minutos. Por tanto, los resultados no permitieron afirmar que una categoría fuera más rápida que la otra. Su principal aporte fue comprobar que el sistema conservó las marcas temporales necesarias para calcular el indicador y evidenciar la influencia de valores atípicos sobre el promedio.

Figura 35

Porcentaje de completitud de la información por prospecto

Data Output Messages Notifications					
	pros_id [PK] integer	campos_obligatorios_total integer	campos_completados integer	completitud_porcentaje numeric	grupo text
1	2	15	5	33.33	control
2	3	15	5	33.33	control
3	4	15	5	33.33	control
4	6	15	5	33.33	control
5	7	15	15	100.00	control
6	8	15	10	66.67	control
7	9	15	10	66.67	control
8	10	15	5	33.33	control
9	18	15	7	46.67	control
10	20	15	5	33.33	control
11	21	15	5	33.33	control
12	5	15	2	13.33	experiment...
13	11	15	5	33.33	experiment...
14	12	15	5	33.33	experiment...
15	13	15	5	33.33	experiment...
16	14	15	6	40.00	experiment...
17	15	15	5	33.33	experiment...
18	16	15	9	60.00	experiment...
19	17	15	5	33.33	experiment...
20	19	15	7	46.67	experiment...
21	24	15	2	13.33	experiment...
22	25	15	5	33.33	experiment...
23	26	15	3	20.00	experiment...

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada a 15 campos seleccionados de la información del prospecto y de su solicitud vehicular más reciente. El porcentaje representó la relación entre los campos completados y el total de campos considerados. Las categorías correspondieron a la clasificación operativa de los registros y no a grupos experimentales asignados aleatoriamente.

La Figura 35 muestra el nivel de completitud obtenido para los 23 prospectos analizados. En la categoría sin evidencia de procesamiento automático se registraron 11 casos. Uno alcanzó el 100 % de completitud, dos obtuvieron el 66,67 %, uno presentó el 46,67 % y siete alcanzaron el 33,33 %.

En la categoría con evidencia de procesamiento automático se analizaron 12 registros. Un prospecto alcanzó el 60 %, uno obtuvo el 46,67 %, uno presentó el 40 %, seis registraron el 33,33 %, uno alcanzó el 20 % y dos presentaron el 13,33 % de completitud.

Los resultados evidenciaron diferentes niveles de disponibilidad de información entre los prospectos. Sin embargo, esta consulta presentó el detalle individual y no permitió determinar por sí sola cuál categoría obtuvo una mayor completitud general. Para realizar dicha comparación fue necesario calcular el promedio, la mediana y la dispersión de los porcentajes obtenidos.

Figura 36

Resumen de la completitud de información según la clasificación operativa

	grupo text	total_prospectos bigint	promedio_completitud numeric	mediana_completitud numeric	minimo_completitud numeric	maximo_completitud numeric	desviacion_estandar numeric
1	control	11	46.67	33.33	33.33	100.00	22.11
2	experiment...	12	32.78	33.33	13.33	60.00	13.17

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada al porcentaje de completitud calculado para cada prospecto. La categoría control correspondió a registros sin evidencia de procesamiento automático y la categoría experimental a registros con evidencia de dicho procesamiento. Esta clasificación fue observacional y no implicó una asignación aleatoria.

La Figura 36 muestra que los 11 prospectos de la categoría control alcanzaron un promedio de completitud del 46,67 %, con una mediana de 33,33 %. El valor mínimo fue de 33,33 %, el máximo de 100 % y la desviación estándar de 22,11 puntos porcentuales.

En la categoría con evidencia de procesamiento automático, conformada por 12 prospectos, el promedio de completitud fue de 32,78 % y la mediana de 33,33 %. El valor mínimo fue de 13,33 %, el máximo de 60 % y la desviación estándar de 13,17 puntos porcentuales.

Aunque el promedio de completitud fue mayor en la categoría control, ambas categorías presentaron la misma mediana. La diferencia del promedio estuvo influida por la presencia de registros con niveles elevados de completitud en la categoría control, incluido un caso con el 100 %. Estos resultados no permitieron afirmar que el procesamiento automático mejoró la completitud de la información, debido a que los datos correspondieron a casos con diferentes condiciones de prueba y niveles de avance dentro del formulario.

Figura 37

Tiempo observado entre eventos consecutivos del historial de prospectos

Data Output Messages Notifications								
	pros_id integer	hiat_accion character varying (80)	hiat_estado_anterior character varying (50)	hiat_estado_nuevo character varying (50)	fecha_evento timestamp without time zone	fecha_siguiente_evento timestamp without time zone	tiempo_hasta_siguiente_evento_minutos numeric	grupo text
1	5	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:06:43.010334	2026-07-13 13:06:43.031243	0.00	experimental
2	7	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:06:56.588732	2026-07-13 13:06:56.613048	0.00	control
3	7	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:06:56.613048	2026-07-13 13:06:57.090041	0.01	control
4	7	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:57.090041	2026-07-13 13:06:57.09304	0.00	control
5	7	ASIGNACION_MANUAL	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:57.09304	2026-07-13 13:06:57.161604	0.00	control
6	8	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:06:57.174499	2026-07-13 13:06:57.193592	0.00	control
7	8	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:06:57.193592	2026-07-13 13:06:57.59542	0.01	control
8	8	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:57.59542	2026-07-13 13:06:57.597957	0.00	control
9	8	AUTOASIGNACION	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:57.597957	2026-07-13 13:06:57.633928	0.00	control
10	9	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:06:57.645575	2026-07-13 13:06:57.665397	0.00	control
11	9	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:06:57.665397	2026-07-13 13:06:58.425364	0.01	control
12	9	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:58.425364	2026-07-13 13:06:58.427833	0.00	control
13	9	ASIGNACION_AUTOMATICA	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:58.427833	2026-07-13 13:06:58.464448	0.00	control
14	10	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:06:58.475963	2026-07-13 13:06:58.493823	0.00	control
15	10	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:06:58.493823	2026-07-13 13:06:58.899184	0.01	control
16	10	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:58.899184	2026-07-13 13:06:58.901685	0.00	control
17	10	ASIGNACION_MANUAL	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:58.901685	2026-07-13 13:06:59.314483	0.01	control
18	10	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:59.314483	2026-07-13 13:06:59.316944	0.00	control
19	11	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:06:59.32937	2026-07-13 13:06:59.350621	0.00	experimental
20	11	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:06:59.350621	2026-07-13 13:06:59.744593	0.01	experimental
21	11	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:59.744593	2026-07-13 13:06:59.747056	0.00	experimental
22	11	ASIGNACION_MANUAL	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:06:59.747056	2026-07-13 13:07:03.574993	0.06	experimental
23	11	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:07:03.574993	2026-07-13 13:07:31.245153	0.46	experimental
24	11	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIOS	[null]	[null]	2026-07-13 13:07:31.245153	2026-07-13 13:07:31.730892	0.01	experimental
25	11	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:07:31.730892	2026-07-13 13:07:50.396497	0.31	experimental

Data Output Messages Notifications								
Showing rows: 1 to 137 Page No: 1 of 1								
	pros_id integer	hist_accion character varying (80)	hist_estado_anterior character varying (50)	hist_estado_nuevo character varying (50)	fecha_evento timestamp without time zone	fecha_siguiente_evento timestamp without time zone	tiempo_hasta_siguiente_evento_minutos numeric	grupo text
25	11	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:07:31.730892	2026-07-13 13:07:50.396497	0.31	experimental
26	11	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS	[null]	[null]	2026-07-13 13:07:50.396497	2026-07-13 13:07:50.838776	0.01	experimental
27	11	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:07:50.838776	2026-07-13 13:08:13.527713	0.38	experimental
28	12	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:06:59.759455	2026-07-13 13:06:59.779895	0.00	experimental
29	12	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:06:59.779895	2026-07-13 13:07:00.176662	0.01	experimental
30	12	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:07:00.176662	2026-07-13 13:07:00.179222	0.00	experimental
31	12	ASIGNACION_MANUAL	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:07:00.179222	2026-07-13 13:08:13.967428	1.23	experimental
32	12	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:13.967428	2026-07-13 13:08:13.985897	0.00	experimental
33	12	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:13.985897	2026-07-13 13:08:14.371537	0.01	experimental
34	12	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:14.371537	2026-07-13 13:08:14.387366	0.00	experimental
35	12	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:14.387366	2026-07-13 13:08:14.867269	0.01	experimental
36	12	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:14.867269	2026-07-13 13:08:14.883721	0.00	experimental
37	12	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:14.883721	2026-07-13 13:08:15.280416	0.01	experimental
38	12	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:15.280416	2026-07-13 13:08:15.297148	0.00	experimental
39	13	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:07:00.191771	2026-07-13 13:07:00.212015	0.00	experimental
40	13	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:07:00.212015	2026-07-13 13:07:00.604162	0.01	experimental
41	13	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:07:00.604162	2026-07-13 13:07:00.606706	0.00	experimental
42	13	ASIGNACION_MANUAL	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:07:00.606706	2026-07-13 13:08:15.320024	1.25	experimental
43	13	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:15.320024	2026-07-13 13:08:41.428221	0.44	experimental
44	14	CREACION_MANUAL_GERENCIA	[null]	EN_REVISION	2026-07-13 13:07:00.618959	2026-07-13 13:07:00.640294	0.00	experimental
45	14	REVISION_GERENCIA	EN_REVISION	PRESELECCIONADO	2026-07-13 13:07:00.640294	2026-07-13 13:07:01.02993	0.01	experimental
46	14	WHATSAPP_ASIGNACION_ASESOR_OMITL	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:07:01.02993	2026-07-13 13:07:01.032413	0.00	experimental
47	14	ASIGNACION_MANUAL	PRESELECCIONADO	ASIGNADO	2026-07-13 13:07:01.032413	2026-07-13 13:08:41.45918	1.67	experimental
48	14	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-13 13:08:41.45918	2026-07-13 13:09:10.904019	0.49	experimental
49	14	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS	[null]	[null]	2026-07-13 13:09:10.904019	2026-07-13 13:09:10.950024	0.00	experimental

Showing rows: 1 to 137 Page No: 1 of 1								
	pros_id integer	hist_accion character varying (80)	hist_estado_anterior character varying (50)	hist_estado_nuevo character varying (50)	fecha_evento timestamp without time zone	fecha_siguiente_evento timestamp without time zone	tiempo_hasta_siguiente_evento_minutos numeric	grupo text
113	25	WHATSAPP_AUDIO_TRANSCRITO	[null]	[null]	2026-07-14 10:33:14.785094	2026-07-14 10:34:19.361822	1.08	experimental
114	25	WHATSAPP_ASESOR_MENSAJE_ENVIADO	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-14 10:34:19.361822	2026-07-14 10:34:29.843912	0.17	experimental
115	25	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:34:29.843912	2026-07-14 10:34:29.849585	0.00	experimental
116	25	WHATSAPP_AUDIO_DETECTADO	[null]	[null]	2026-07-14 10:34:29.849585	2026-07-14 10:34:32.398214	0.04	experimental
117	25	WHATSAPP_AUDIO_TRANSCRITO	[null]	[null]	2026-07-14 10:34:32.398214	2026-07-14 10:35:38.275413	1.10	experimental
118	25	ACTUALIZACION_SOLICITUD_CREDITO	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-14 10:35:38.275413	2026-07-14 10:35:42.569522	0.07	experimental
119	25	WHATSAPP_ASESOR_MENSAJE_ENVIADO	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-14 10:35:42.569522	2026-07-14 10:35:54.661939	0.20	experimental
120	25	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:35:54.661939	2026-07-14 10:35:54.683874	0.00	experimental
121	25	WHATSAPP_DATOS_EXTRAIDOS	[null]	[null]	2026-07-14 10:35:54.683874	2026-07-14 10:36:19.584439	0.42	experimental
122	25	ACTUALIZACION_SOLICITUD_CREDITO	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-14 10:36:19.584439	2026-07-14 10:37:08.941458	0.82	experimental
123	25	SEGUIMIENTO_ASESOR	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-14 10:37:08.941458	2026-07-14 10:37:33.354321	0.41	experimental
124	25	WHATSAPP_ASESOR_MENSAJE_ENVIADO	ASIGNADO	ASIGNADO	2026-07-14 10:37:33.354321	2026-07-14 10:37:52.49544	0.32	experimental
125	25	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:37:52.49544	2026-07-14 10:37:52.501265	0.00	experimental
126	25	WHATSAPP_AUDIO_DETECTADO	[null]	[null]	2026-07-14 10:37:52.501265	2026-07-14 10:37:57.65168	0.09	experimental
127	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:25:20.331191	2026-07-14 10:25:20.350987	0.00	experimental
128	26	WHATSAPP_FILTRO_BOT	EN_REVISION	EN_REVISION	2026-07-14 10:25:20.350987	2026-07-14 10:25:28.821322	0.14	experimental
129	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:25:28.821322	2026-07-14 10:25:39.482577	0.18	experimental
130	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:25:39.482577	2026-07-14 10:25:39.500694	0.00	experimental
131	26	ACEPTACION_TRATAMIENTO_DATOS	EN_REVISION	EN_REVISION	2026-07-14 10:25:39.500694	2026-07-14 10:26:08.935079	0.49	experimental
132	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:26:08.935079	2026-07-14 10:26:36.20528	0.45	experimental
133	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:26:36.20528	2026-07-14 10:26:48.455914	0.20	experimental
134	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:26:48.455914	2026-07-14 10:26:58.743005	0.17	experimental
135	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:26:58.743005	2026-07-14 10:27:10.563878	0.20	experimental
136	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:27:10.563878	2026-07-14 10:27:20.713144	0.17	experimental
137	26	WHATSAPP_MENSAJE_ENTRANTE	[null]	[null]	2026-07-14 10:27:20.713144	2026-07-14 10:27:20.736794	0.00	experimental

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada al historial de prospectos. La consulta devolvió 137 intervalos entre eventos consecutivos. El tiempo se expresó en minutos y se calculó únicamente cuando existió una acción posterior registrada para el mismo prospecto.

La Figura 37 evidencia que el sistema conservó marcas temporales para las acciones realizadas durante el flujo comercial, incluyendo creación de prospectos, revisión gerencial, asignación, recepción de mensajes, extracción de datos, transcripción de audios, actualización de solicitudes y seguimiento del asesor. Esta información permitió reconstruir la secuencia de actividades y calcular el tiempo transcurrido entre eventos consecutivos.

Los resultados individuales mostrados en la consulta no debían interpretarse aisladamente como el tiempo total de una fase comercial. Cada valor representó únicamente el intervalo entre una acción y la siguiente dentro del historial. Por esta razón, fue necesario obtener un resumen por categoría para comparar la distribución general de los tiempos registrados.

Figura 38

Resumen del tiempo observado entre eventos consecutivos

	grupo text	total_intervalos bigint	total_prospectos bigint	promedio_minutos numeric	mediana_minutos numeric	minimo_minutos numeric	maximo_minutos numeric	desviacion_estandar numeric
1	control	23	5	0.17	0.00	0.00	3.76	0.78
2	experimental	114	12	1.55	0.06	0.00	130.62	12.22

Nota. Resultado de la consulta SQL de solo lectura aplicada a los intervalos entre acciones consecutivas del historial. La categoría control correspondió a registros sin evidencia de procesamiento automático y la categoría experimental a registros con evidencia de dicho procesamiento.

La Figura 38 muestra que la categoría control presentó 23 intervalos correspondientes a cinco prospectos. El tiempo promedio entre eventos fue de 0,17 minutos y la mediana fue de 0,00 minutos. El valor máximo alcanzó 3,76 minutos y la desviación estándar fue de 0,78 minutos.

La categoría con evidencia de procesamiento automático presentó 114 intervalos correspondientes a 12 prospectos. En este grupo, el promedio fue de 1,55 minutos y la mediana de 0,06 minutos. El valor máximo alcanzó 130,62 minutos y la desviación estándar fue de 12,22 minutos.

La diferencia entre el promedio y la mediana de la categoría con procesamiento automático evidenció la influencia de uno o varios intervalos prolongados. Además, esta categoría registró una mayor cantidad de eventos por prospecto debido a la incorporación de acciones como recepción de mensajes, extracción de datos y transcripción de audios. Por ello, los resultados no demostraron que el seguimiento automatizado fuera más lento, sino que evidenciaron una trazabilidad más detallada y una mayor cantidad de acciones registradas durante la gestión.

Ahora debemos mantener la misma clasificación de **11 registros control y 12 con procesamiento automático**. No utilices la primera captura de avance comercial que mostró 15 y 8 porque empleó una clasificación diferente.

3.9. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que el módulo CRM inteligente respondió a la necesidad de organizar el registro de interacciones comerciales provenientes de mensajería digital. A partir de las pruebas realizadas, se comprobó que el sistema permitió centralizar prospectos, conversaciones, mensajes, audios, transcripciones, sugerencias de datos, revisiones y asignaciones dentro de un mismo entorno.

La discusión de resultados se organizó considerando el cumplimiento de los objetivos específicos, el aporte del módulo al proceso comercial y las limitaciones identificadas durante la validación funcional. Esta organización permitió analizar los resultados más allá de la visualización de pantallas, relacionándolos con el propósito general del proyecto.

3.9.1. Cumplimiento de los objetivos específicos

El primer objetivo específico se orientó a analizar el proceso actual de gestión comercial y los métodos de registro utilizados por los agentes comerciales. Este objetivo se cumplió al identificar la necesidad de centralizar la información de prospectos e interacciones, debido a que el registro disperso de mensajes dificultaba el seguimiento y la trazabilidad del proceso comercial. Los resultados del sistema mostraron que las interacciones pudieron asociarse a una ficha de prospecto y a un historial de conversación dentro del CRM.

El segundo objetivo específico se relacionó con el diseño de la arquitectura del módulo CRM, sus componentes, datos, perfiles de usuario y flujos funcionales. Este objetivo se evidenció en la organización del sistema por roles, estados, vistas y acciones específicas para administrador, gerencia y asesor. Los resultados obtenidos mostraron que cada perfil accedió a funciones

diferenciadas, lo que permitió mantener orden en el proceso de revisión, asignación y seguimiento.

El tercer objetivo específico planteó el desarrollo de funcionalidades basadas en inteligencia artificial para interpretar interacciones de audio y texto y transformarlas en registros estructurados. Este objetivo se cumplió mediante el procesamiento de mensajes escritos, la transcripción automática de audios y la generación de sugerencias de datos. Los resultados mostraron que el sistema pudo convertir información no estructurada en elementos revisables dentro del CRM.

El cuarto objetivo específico se enfocó en desarrollar interfaces de usuario para consulta, interacción y seguimiento de información procesada. Este objetivo se evidenció en los paneles de administrador, gerencia y asesor, así como en las vistas de ficha del prospecto, historial de conversación, revisión gerencial, asignación y seguimiento. Las interfaces permitieron que los usuarios internos interactuaran con la información de acuerdo con su rol dentro del proceso.

El quinto objetivo específico consistió en validar el funcionamiento del módulo CRM mediante pruebas funcionales. Este objetivo se cumplió a través de la verificación de los flujos principales del sistema, incluyendo autenticación, registro de prospectos, recepción de mensajes, control de duplicados, revisión gerencial, asignación, gestión del asesor, transcripción de audios, generación de sugerencias y validación humana de información.

3.9.2. Aporte del módulo CRM al proceso comercial

El principal aporte del módulo CRM inteligente fue la centralización del proceso de registro y seguimiento de prospectos. El sistema permitió que la información proveniente de mensajería digital no quedara limitada a una conversación aislada, sino que se vinculara con una ficha, un historial y un responsable dentro del flujo comercial.

Otro aporte relevante fue la trazabilidad del proceso. Las acciones relacionadas con revisión, asignación, seguimiento, mensajes y validación de información quedaron asociadas al prospecto, lo que facilitó la consulta del avance del caso y redujo la dependencia de registros manuales o dispersos.

La incorporación de inteligencia artificial y transcripción automática aportó apoyo al registro de información. Estos componentes permitieron identificar datos desde mensajes escritos o audios; sin embargo, el sistema mantuvo la validación humana como condición necesaria antes de actualizar la ficha del prospecto. Esto permitió equilibrar automatización y control operativo.

Además, la separación por roles contribuyó a ordenar la participación de los usuarios internos. Gerencia mantuvo control sobre la revisión y asignación, mientras que el asesor se enfocó en el seguimiento de los casos asignados. Esta organización permitió que el CRM respondiera al flujo comercial definido sin asumir decisiones crediticias.

3.9.3. Limitaciones identificadas

Durante la validación se identificó que el sistema dependió de servicios externos o complementarios para algunas funciones, como WhatsApp Cloud API, el servicio de transcripción y el modelo local de inteligencia artificial. Por ello, el funcionamiento de estas características puede verse afectado si las credenciales, servicios o contenedores no se encuentran configurados correctamente.

También se observó que la calidad de la transcripción automática puede variar según la claridad del audio, el ruido de fondo y la forma de hablar del usuario. Por esta razón, la transcripción debe considerarse como apoyo para el registro y no como reemplazo de la revisión humana.

En cuanto a la inteligencia artificial, las sugerencias generadas pueden requerir corrección o descarte cuando el mensaje no contiene información clara o cuando el modelo interpreta datos

de forma incompleta. Esta limitación justificó la necesidad de mantener una etapa de validación manual antes de actualizar la ficha del prospecto.

Finalmente, la validación funcional se realizó sobre el módulo desarrollado y sus flujos principales. Por ello, una implementación en producción requeriría pruebas adicionales con usuarios reales, mayor volumen de mensajes y seguimiento durante la operación diaria de la empresa.

3.10. Síntesis del capítulo

En este capítulo se presentaron los resultados obtenidos durante la validación del módulo CRM inteligente desarrollado para STERNGROP CREDIAUTO IBARRA. La exposición se organizó de acuerdo con los objetivos específicos del trabajo, considerando el acceso por roles, el registro de prospectos e interacciones, la revisión gerencial, la asignación de responsables, la gestión del asesor, el procesamiento de texto y audio, la generación de sugerencias mediante inteligencia artificial y la validación humana de información.

Los resultados evidenciaron que el sistema permitió centralizar información proveniente de mensajería digital y relacionarla con prospectos, conversaciones, responsables y acciones dentro del CRM. Esta organización contribuyó a mejorar la trazabilidad del proceso comercial y a reducir la dispersión de información generada durante la atención de prospectos.

Asimismo, se comprobó que las funcionalidades de inteligencia artificial y transcripción automática actuaron como apoyo para el registro de información, manteniendo la intervención humana como parte necesaria del proceso. De esta manera, el módulo desarrollado permitió automatizar tareas de identificación y organización de datos sin reemplazar la revisión de los usuarios internos.

Finalmente, la discusión de resultados permitió relacionar las evidencias obtenidas con el cumplimiento de los objetivos específicos y reconocer las principales limitaciones del sistema.

Con ello, el Capítulo III sirvió como base para establecer las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas del desarrollo y validación funcional del módulo CRM inteligente:

El análisis del proceso comercial de STERNGROP S.A.S. permitió identificar la necesidad de organizar el registro de interacciones provenientes de mensajería digital. Se evidenció que el uso de conversaciones dispersas podía dificultar la trazabilidad, el seguimiento de prospectos y la consulta de información relevante para la gestión comercial. Por ello, el módulo desarrollado se orientó a centralizar prospectos, mensajes, conversaciones y acciones internas dentro de un entorno CRM.

El diseño del módulo CRM inteligente permitió estructurar un flujo funcional acorde con las responsabilidades de administrador, gerencia y asesor. La definición de roles, estados del prospecto, revisión previa, asignación y seguimiento permitió ordenar el proceso comercial dentro del sistema. Sin embargo, el diseño propuesto no reemplaza los procedimientos internos de verificación de la empresa ni asume funciones de aprobación o rechazo crediticio.

La implementación del sistema permitió integrar frontend, backend, base de datos, WhatsApp Cloud API, inteligencia artificial local y transcripción automática de audio. Esta integración hizo posible registrar prospectos, almacenar mensajes, asociar conversaciones, procesar audios y conservar historial de acciones dentro de un mismo entorno CRM. No obstante, algunas funcionalidades dependen de la correcta configuración de servicios complementarios, como la conexión con WhatsApp, el servicio de transcripción y el modelo local de inteligencia artificial.

La incorporación de inteligencia artificial y transcripción automática permitió transformar mensajes de texto y audio en información útil para el registro comercial. Sin embargo, estas herramientas presentan limitaciones relacionadas con la claridad del mensaje, la calidad del audio, el ruido de fondo y la interpretación automática de datos. Por esta razón, la información

generada por estos componentes se mantuvo como sugerencia, de modo que la validación humana continuó siendo necesaria antes de incorporarla a la ficha del prospecto.

Las pruebas funcionales realizadas permitieron comprobar el comportamiento de los flujos principales del sistema, incluyendo autenticación por roles, registro de interacciones, control de duplicados, revisión gerencial, asignación de responsables, gestión por asesor, transcripción de audios, extracción de información y validación humana. Estas pruebas se realizaron en un escenario controlado, por lo que permitieron validar el funcionamiento general del módulo, pero no constituyen una medición definitiva de reducción de tiempos ni una evaluación completa en operación real.

En cuanto a la seguridad y control de la información, el módulo incorporó autenticación de usuarios, restricción de vistas según rol, registro de acciones e identificación de mensajes mediante datos provenientes de WhatsApp Cloud API. Sin embargo, el sistema no verifica por sí solo la identidad formal del prospecto, ya que un mensaje recibido desde un número de WhatsApp no garantiza que la persona sea titular de la información proporcionada. Por ello, la verificación documental y comercial debe mantenerse como parte del procedimiento interno de STERNGROP S.A.S.

El módulo CRM inteligente permitió apoyar el registro automatizado y organizado de interacciones provenientes de mensajería digital. Los resultados obtenidos evidenciaron que la solución contribuyó a mejorar la trazabilidad del proceso comercial, facilitar el seguimiento de prospectos y disponer de información estructurada para la gestión interna. Aun así, su uso en producción requeriría pruebas adicionales con usuarios reales, mayor volumen de interacciones y ajustes progresivos de acuerdo con las necesidades operativas de la empresa.

RECOMENDACIONES

A partir del desarrollo y validación del módulo CRM inteligente, se plantean las siguientes recomendaciones:

Implementar el sistema en un entorno piloto con usuarios reales de STERNGROP S.A.S., con el fin de observar el comportamiento del módulo durante la atención diaria de prospectos y registrar ajustes necesarios antes de una puesta en producción definitiva.

Fortalecer la validación de identidad del prospecto mediante reglas adicionales para cédula ecuatoriana, control de duplicados, comparación de datos ingresados y alertas ante cambios sospechosos. Estas validaciones deben mantenerse bajo revisión de gerencia para evitar decisiones automáticas no autorizadas.

Mantener la validación humana como parte obligatoria del flujo de trabajo, especialmente en los datos detectados por inteligencia artificial o transcritos desde audio. Esto permitirá reducir errores en la ficha del prospecto y conservar control sobre la información utilizada en la gestión comercial.

Reforzar las medidas de seguridad del sistema mediante control de permisos por rol, protección de credenciales, manejo seguro de tokens, respaldos periódicos de la base de datos y revisión constante del historial de acciones realizadas por los usuarios.

Ampliar progresivamente los reportes gerenciales del CRM, incorporando métricas sobre número de prospectos, estados de revisión, carga de asesores, tiempos de respuesta, casos en seguimiento y volumen de interacciones registradas.

Capacitar a los usuarios internos sobre el uso del módulo CRM, especialmente en revisión gerencial, asignación de prospectos, validación de datos sugeridos y registro correcto de observaciones. Esta capacitación permitirá reducir errores operativos y mejorar la adopción del sistema.

Evaluar en futuras versiones la integración del CRM con otros sistemas internos de la empresa, siempre que dicha integración respete el alcance del módulo y no convierta al sistema en una herramienta de aprobación automática de créditos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, M., Wessel, M., & Benlian, A. (2021). AI-based chatbots in customer service and their effects on user compliance. *Electronic Markets*, 31(2), 427-445. <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00414-7>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). *Ley Orgánica de Protección de Datos Personales*. Registro Oficial del Ecuador. https://www.finanzaspopulares.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/ley_organica_de_proteccion_de_datos_personales.pdf
- Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 24-42. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0>
- Docker. (s. f.-a). *Running containers* [Documentación técnica]. Docker. Docker Docs. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://docs.docker.com/engine/containers/run/>
- Docker. (s. f.-b). *What is Docker?* [Documentación técnica]. Docker. Docker Docs. Recuperado <https://docs.docker.com/get-started/docker-overview/>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Encode. (s. f.). *Uvicorn* [Documentación técnica]. Uvicorn. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.uvicorn.org/>
- ERPNext. (s. f.). *ERP Customer Relationship Management (CRM)* [Documentación / guía técnica]. ERPNext. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://erpnext.com/erp-guide/crm-system>

FastAPI. (s. f.). *FastAPI* [Documentación técnica]. FastAPI. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://fastapi.tiangolo.com/>

Frappe. (s. f.). *Introduction* [Documentación técnica]. Frappe Framework Documentation. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://docs.frappe.io/framework/user/en/introduction>

Guerola-Navarro, V., Gil-Gomez, H., Oltra-Badenes, R., & Sendra-García, J. (2021). Customer relationship management and its impact on innovation: A literature review. *Journal of Business Research*, 129, 83-87. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.02.050>

Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 30-50. <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00749-9>

IBM. (s. f.-a). *Structured vs. Unstructured Data: What's the Difference?* [Página institucional]. IBM Think. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.ibm.com/think/topics/structured-vs-unstructured-data>

IBM. (s. f.-b). *What Is Business Process Automation?* [Artículo técnico]. IBM. IBM Think. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.ibm.com/think/topics/business-process-automation>

IBM. (s. f.-c). *What Is NLP (Natural Language Processing)?* [Artículo técnico]. IBM. IBM Think. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.ibm.com/think/topics/natural-language-processing>

IBM. (s. f.-d). *What Is Speech Recognition?* [Artículo técnico]. IBM. IBM Think. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.ibm.com/think/topics/speech-recognition>

IBM. (2025, abril 24). *What Is a REST API?* [Página técnica]. IBM Think. <https://www.ibm.com/think/topics/rest-apis>

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC* [Página institucional]. Ecuador en Cifras. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2026). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models* (3.^a ed.). <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>
- Kemp, S. (2025, marzo 3). *Digital 2025: Ecuador*. DataReportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2025-ecuador>
- Koenecke, A., Choi, A. S. G., Mei, K. X., Schellmann, H., & Sloane, M. (2024). Careless Whisper: Speech-to-Text Hallucination Harms. *The 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 1672-1681. <https://doi.org/10.1145/3630106.3658996>
- Ledro, C., Nosella, A., & Vinelli, A. (2022). Artificial intelligence in customer relationship management: Literature review and future research directions. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 37(13), 48-63. <https://doi.org/10.1108/JBIM-07-2021-0332>
- Lim, W. M., Kumar, S., Verma, S., & Chaturvedi, R. (2022). Alexa, what do we know about conversational commerce? Insights from a systematic literature review. *Psychology & Marketing*, 39(6), 1129-1155. <https://doi.org/10.1002/mar.21654>
- MDN Web Docs. (2025, julio 11). *REST* [Documentación técnica]. Mozilla. MDN Web Docs. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/REST>
- Meta Platforms. (s. f.-a). *Webhooks* [Documentación técnica]. Meta for Developers. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://developers.facebook.com/docs/whatsapp/cloud-api/webhooks/>

- Meta Platforms. (s. f.-b). *WhatsApp Cloud API Get Started* [Documentación técnica]. Meta. Meta for Developers. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://developers.facebook.com/documentation/business-messaging/whatsapp/get-started>
- Microsoft. (s. f.). *What Is CRM?* [Página institucional]. Recuperado <https://www.microsoft.com/en/dynamics-365/resources/what-is-crm>
- n8n. (s. f.-a). *AI Workflow Automation Platform* [Página institucional]. n8n. Recuperado <https://n8n.io/>
- n8n. (s. f.-b). *Your first workflow* [Documentación técnica]. n8n Docs. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://docs.n8n.io/try-it-out/tutorial-first-workflow/>
- National Institute of Standards and Technologyar. (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0)* (NIST AI 100-1; p. NIST AI 100-1). National Institute of Standards and Technology (U.S.). <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>
- Nicolescu, L., & Tudorache, M. T. (2022). Human-Computer Interaction in Customer Service: The Experience with AI Chatbots—A Systematic Literature Review. *Electronics*, 11(10), 1579. <https://doi.org/10.3390/electronics11101579>
- ollama. (s. f.). *API Reference Introduction* [Documentación técnica]. ollama. Recuperado https://docs.ollama.com/api/introduction?utm_source=chatgpt.com
- OpenAI. (2022, septiembre 21). *Introducing Whisper* [Página institucional]. OpenAI. <https://openai.com/index/whisper/>
- Oracle. (s. f.). *¿Qué es un sistema de CRM? Guía de CRM completa* [Página institucional]. Oracle. Oracle América Latina. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.oracle.com/latam/cx/what-is-crm/>

- Ozan, Ş. (2021). Case studies on using natural language processing techniques in customer relationship management software. *Journal of Intelligent Information Systems*, 56(2), 233-253. <https://doi.org/10.1007/s10844-020-00619-4>
- pgAdmin. (s. f.). *pgAdmin—PostgreSQL Tools* [Página institucional]. pgAdmin. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.pgadmin.org/>
- PostgreSQL. (s. f.). *PostgreSQL: The world's most advanced open source database* [Página institucional]. The PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.postgresql.org/>
- Presidencia de la República del Ecuador. (2023). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales*. Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/Decreto-Ejecutivo-No.-904.pdf>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (Ninth edition). McGraw-Hill Education.
- Python Software Foundation. (s. f.). *Python* [Página institucional]. Python.Org. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.python.org/>
- Radford, A., Kim, J. W., Xu, T., Brockman, G., McLeavey, C., & Sutskever, I. (2022). *Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision* (arXiv:2212.04356). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.04356>
- React. (s. f.). *React* [Documentación técnica]. Meta. React. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://react.dev/>
- Salesforce. (s. f.-a). *Structured Data vs. Unstructured Data: Key Differences* [Artículo técnico]. Salesforce. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.salesforce.com/ap/data/structured-data-vs-unstructured-data/>

- Salesforce. (s. f.-b). *What Is CRM (Customer Relationship Management)?* [Página institucional]. Salesforce. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://www.salesforce.com/crm/what-is-crm/>
- Shneiderman, B. (2020). Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(6), 495-504. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Vite. (s. f.-a). *Building for Production* [Documentación técnica]. Vite. Recuperado 20 de junio de 2026, de <https://vite.dev/guide/build>
- Vite. (s. f.-b). *Vite* [Documentación técnica]. Vite. Recuperado <https://vite.dev/>
- WhatsApp Business. (s. f.). *WhatsApp Business Platform* [Página de producto]. WhatsApp Business. Recuperado <https://whatsappbusiness.com/products/business-platform/>

ANEXOS

4. Certificado de la propuesta tecnológica por parte del cliente



Ibarra, 29 de enero de 2026

Gerente General - CREDIAUTO IBARRA

CERTIFICA

Que el señor **SANTIAGO DAVID ÁVILA LITA**, portador de la cédula de ciudadanía N.º 1003537931, se encuentra autorizado para desarrollar el trabajo de titulación titulado:

"Módulo CRM con capacidades de Inteligencia Artificial para el registro automatizado de interacciones provenientes de mensajería digital",

El cual será aplicado en **CREDIAUTO IBARRA**, con el objetivo de mejorar la trazabilidad y gestión del proceso comercial realizado por los agentes comerciales de la empresa.

El presente proyecto contempla el análisis del proceso actual de registro de interacciones, el diseño e integración de un módulo adicional CRM, así como la automatización del registro de interacciones provenientes de canales de mensajería digital mediante herramientas de Inteligencia Artificial, sin afectar el funcionamiento operativo de la empresa.

CREDIAUTO IBARRA manifiesta su conformidad para que el mencionado proyecto sea desarrollado dentro de la institución, brindando la información y facilidades necesarias en la medida de sus posibilidades, exclusivamente con fines académicos.

Se extiende la presente certificación para los fines académicos que el interesado considere convenientes.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:
**MARÍA FERNANDA
CASTILLO RUEDA**
Validar documento con MICRUM

MARÍA FERNANDA CASTILLO
GERENTE
CREDIAUTO IBARRA

5. Carta de recepción de la propuesta tecnológica por parte del cliente



Ibarra, 29 de enero de 2026

CARTA DE ACEPTACIÓN

Por medio de la presente **CREDIAUTO IBARRA** bajo razón social **STERNGROUP S.A.S.**, con numero de RUC **1793198710001** tiene el agrado de informar que el Sr. **SANTIAGO DAVID ÁVILA LITA**, portador de la cédula de ciudadanía N.º **1003537931**, realizó la entrega del proyecto "**MÓDULO CRM CON CAPACIDADES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL REGISTRO AUTOMATIZADO DE INTERACCIONES PROVENIENTES DE MENSAJERÍA DIGITAL**", que se desarrolló en beneficio de nuestra empresa.

Es grato informar que el proyecto culminado tuvo un alto grado de satisfacción dentro de la compañía, cumpliendo con los requisitos establecidos. Demostrando su compromiso, capacidad y profesionalismo en el desarrollo del proyecto.

Atentamente,

REPRESENTANTE STERNGROP S.A.S.

MARÍA FERNANDA CASTILLO

CC. 1003571633

CREDIAUTO IBARRA

