

Universidad Abierta Interamericana

Facultad de Tecnología Informática

Propuesta de Plataforma de Monitoreo Inteligente para Cuidadores de Generaciones Simultáneas con Inteligencia Artificial

Profesora de Trabajo Final: Dra. Marcela Samela

Autor: Carolina Soledad Yañez

Trabajo Final de Carrera presentado para obtener el Título de Licenciatura en Gestión de Tecnología Informática

Julio 2026

Resumen

En la actualidad, la gestión integral de la seguridad familiar se ha convertido en un desafío significativo para los cuidadores de generaciones simultáneas. Muchas personas encargadas de la supervisión de menores de edad y adultos mayores desean contar con herramientas que permitan monitorear cambios en los comportamientos habituales y recibir alertas preventivas basadas en datos reales. Sin embargo, las soluciones existentes suelen ser rígidas, estandarizadas y carecen de la capacidad para ofrecer una personalización dinámica según el perfil del usuario. Este trabajo se propone explorar cómo la tecnología de geolocalización e inteligencia artificial puede abordar esta necesidad de manera efectiva y adaptativa. Este trabajo se enfocará en diseñar una propuesta conceptual de aplicación móvil que integre un motor de inteligencia artificial pasiva para identificar anomalías conductuales en el backend. Esto permitirá a los cuidadores recibir notificaciones oportunas y multimodales sobre el bienestar digital y la autonomía física de sus dependientes, integrándose como un servicio de valor agregado en ecosistemas digitales convergentes. Se estudiarán los desafíos técnicos y funcionales asociados a la implementación de perfiles diferenciados para niños y adultos mayores. Al abordar estos aspectos, este trabajo pretende aportar nuevas perspectivas sobre la aplicación de la inteligencia de datos en la seguridad personal, con el fin de mejorar la calidad del servicio ofrecido por empresas del sector y optimizar la experiencia del usuario a través de una supervisión no intrusiva pero altamente eficaz.

Palabras clave: accesibilidad, alerta geográfica, comportamiento digital, cuidadores, ecosistemas digitales, geolocalización, inteligencia artificial, seguridad familiar.

Abstract

Currently, the comprehensive management of family safety has become a significant challenge for caregivers of simultaneous generations. Many people responsible for supervising minors and seniors seek tools that allow them to monitor changes in routine behaviors and receive preventive alerts based on real data. However, existing solutions tend to be rigid, standardized, and lack the capacity to offer dynamic personalization based on the user's profile. This work aims to explore how geolocation technology and artificial intelligence can effectively and adaptively address this need. This work will focus on designing a conceptual mobile application proposal that integrates a passive artificial intelligence engine to identify behavioral anomalies in the backend. This will allow caregivers to receive timely and multimodal notifications regarding the digital well-being and physical autonomy of their dependents, integrating as a value-added service in convergent digital ecosystems. Technical and functional challenges associated with implementing distinct profiles for children and seniors will be studied. By addressing these aspects, this work aims to provide new perspectives on the application of data intelligence in personal safety, with the goal of improving the quality of service offered by companies in the sector and optimizing the user experience through non-intrusive yet highly effective supervision.

Keywords: accessibility, artificial intelligence, caregivers, digital behavior, digital ecosystems, family safety, geographic alert, geolocation.

Dedicatoria

A mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental en mi vida y en este proyecto. A mis amigos, por estar siempre a mi lado, brindándome su energía y alegría en cada paso del camino. A mis compañeros de la facultad, con quienes compartí innumerables horas de estudio, risas y aprendizaje, convirtiendo esta experiencia en algo inolvidable. Gracias a todos por creer en mí y por ser una parte esencial de este logro.

Índice General

Resumen 2
Abstract 3
Dedicatoria 4
Índice de Gráficos 8
Índice de Tablas 9
1. Introducción 10
1.1. Planteamiento del Problema 10
1.2. Contexto y Justificación 11
1.3. Marco Institucional 12
1.4. Objetivos 13
1.4.1. Objetivo General 13
1.4.2. Objetivos Específicos 13
2. Estado del Arte 15
2.1. Arquitectura Base: Adquisición y Procesamiento de Datos 15
2.1.1. Sensores Comerciales y Fusión de Datos 15
2.1.2. Edge Computing y Gestión de la Respuesta Crítica 16
2.2. Inteligencia Artificial y Análisis Conductual 17
2.2.1. Modelado de la Línea Base Conductual 18
2.2.2. Detección de Anomalías 18
2.3. Fragmentación en IoMT 19
2.3.1. Interoperabilidad y Estándares Multi-Plataforma 19
2.3.2. Ecosistemas Unificados y Mitigación de la “App Fatigue” 20
2.4. Diseño de Interacción y Contexto Espacial 21
2.4.1. Interfaces Invisibles 21
2.4.2. Evolución de las Geovallas en Ecosistemas de Salud 21
2.4.3. Monitoreo por Deferencia y Autonomía Progresiva 22
2.5. Marco Normativo y Bioética 22
2.5.1. Desafíos Regulatorios frente al Monitoreo Continuo 23
2.5.2. Bioética de la Intervención Remota 24
2.6. Conclusiones 24

3. Marco Teórico 26
3.1. Contexto Sociodemográfico y Comportamental 26
3.1.1. Evolución de los Cuidadores de Generaciones Simultáneas 26
3.1.2. Sobrecarga de Información y Fatiga de Aplicaciones 27
3.1.3. Autonomía Progresiva vs. Dependencia 29
3.2. Gestión de Tecnologías de la Información y Modelos de Negocio 30
3.2.1. Ecosistemas Digitales Convergentes 30
3.2.2. Estrategias de Retención y Fidelización de Clientes 32
3.2.3. Interoperabilidad y Estandarización en IoMT 34
3.2.4. Paradigmas de Redes Inteligentes y Programabilidad Celular 35
3.3. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático 36
3.3.1. Fundamentos del Aprendizaje Profundo No Supervisado 37
3.3.2. Reconcomiendo de Actividad Humana (HAR) 37
3.3.3. Modelado de Linea Base Conductual y Detección de Anomalías 38
3.3.4. Procesamiento Descentralizado (Edge Computing) 38
3.4. Tecnologías de Geolocalización y Diseño de Interacción 40
3.4.1. Geofencing Dinámico e Intervenciones Adaptativas 40
3.4.2. Diseño No Intrusivo y Tecnología Calma 41
3.5. Gobernanza de Datos, Marco Normativo y Bioética 42
3.5.1. Marco Normativo Argentino sobre Datos Sensibles 42
3.5.2. Privacidad desde el Diseño 43
4. Propuesta a Implementar 45
4.1. Recursos Tecnológicos 45
4.1.1. Dispositivos de Adquisición Perimetral 45
4.1.2. Procesamiento Local Perimetral (Edge-AI) 46
4.1.3. Almacenamiento, Procesamiento Efímero y Nube Híbrida 47
4.1.4. Arquitectura de Integración Celular 49
4.2. Definición de Perfiles de Usuario y Niveles de Supervisión 53
4.2.1. Reglas Lógicas Operativas del Perfil Junior 56
4.2.2. Reglas Lógicas Operativas del Perfil Senior 60
4.2.3. Estrategia de Interacción Conversacional e Inteligencia Artificial Explicable (XAI) 65

4.3. Validación Conceptual de Resultados 68
4.3.1. Métricas de Rendimiento del Motor Predictivo 68
4.3.2. Estrategia de Evaluación Cualitativa de la Experiencia de Usuario (UX) 70
5. Propuesta de Cronograma y Recursos de Implementación 72
5.1. Consideraciones Generales y Modelo Comercial 72
5.2. Recursos Requeridos 73
5.2.1. Recursos Humanos 73
5.2.2. Recursos Técnicos 76
5.3. Cronograma de Implementación 78
5.4. Propuesta Económica de la Solución 81
5.4.1. Costos de Capital Humano 82
5.4.2. Costos Técnicos 84
5.4.3. Evaluación Integral de Costos y Modelo Comercial 85
5.5. Análisis de Riesgos 87
5.5.1. Factores Externos Condicionantes 87
5.5.2. Factores Internos Condicionantes 89
6. Conclusiones 92
7. Líneas Futuras de Investigación 94
7.1. Interoperabilidad con Ecosistemas de Salud y Soporte Clínico 94
7.2. Aprendizaje Federado (Federated Learning) para la privacidad extrema 94
8. Acrónimos 96
9. Referencias 98

Índice de Gráficos

Figura 1 Arquitectura técnica Edge-Cloud 32

Figura 2 Diagrama del ciclo de vida de los datos y flujo de procesamiento 44

Figura 3 Arquitectura de sistema para la integración de APIs 52

Figura 4 Interfaz de usuario: Dashboard principal de la aplicación 55

Figura 5 Interfaz de usuario: Vista de monitoreo para Perfil Junior 58

Figura 6 Interfaz de usuario: Vista de monitoreo para Perfil Senior 62

Figura 7 Interfaz de usuario: Pantalla de alerta ante detección de caída 64

Figura 8 Interfaz de diseño: Asistente conversacional con Inteligencia Artificial Explicable 67

Figura 9 Cronograma de ejecución del proyecto (Diagrama de Gantt) 81

Índice de Tablas

Tabla 1 Estructura funcional de los perfiles de usuario del sistema 54

Tabla 2 Recursos Humanos 74

Tabla 3 Recursos Técnicos 77

Tabla 4 Costos de Capital Humano 83

Tabla 5 Costos Recursos Técnicos 85

Tabla 6 Resumen total del costo del proyecto 87

1. Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

A pesar de la rápida evolución del Internet de las Cosas Médicas (IoMT) y la integración de sensores en la salud, la implementación real de estos ecosistemas enfrenta barreras críticas de infraestructura. La evaluación técnica directa mediante modelos de simulación estocástica sobre ecosistemas IoMT ha demostrado empíricamente que las arquitecturas actuales basadas en la nube presentan cuellos de botella severos de disponibilidad y rendimiento; al someter al sistema a un aumento en la tasa de llegada de solicitudes médicas (carga de trabajo), el ecosistema experimenta un deterioro directo en el tiempo de respuesta. Asimismo, al evaluar la fiabilidad de estos ecosistemas, los modelos de rendimiento asumen que, ante el fallo de un componente en la capa de procesamiento, las solicitudes de monitoreo activas se descartan por completo, lo que evidencia la extrema vulnerabilidad de operar sin arquitecturas redundantes (Bezerra et al., 2025). La incapacidad de las herramientas tecnológicas actuales para ajustarse a escenarios dinámicos —como variaciones repentinas en el estado clínico del paciente o alteraciones imprevistas en el entorno— evidencia una severa rigidez técnica basada en configuraciones estáticas; como consecuencia de esta falta de flexibilidad, la integración arquitectónica de estos sistemas dentro de las rutinas de atención médica cotidianas continúa presentando importantes deficiencias (Jayousi et al., 2025).

A esta ineficiencia operativa y debilidad de infraestructura se suma un grave riesgo a nivel de ciberseguridad. Una evaluación empírica basada en el estándar CVSS (Common Vulnerability Scoring System) sobre servidores de gestión de datos IoMT reveló que los sistemas actuales son altamente susceptibles a ataques de Denegación de Servicio (DoS) y falsificación de solicitudes entre sitios (CSRF); los resultados demostraron que el 42% de las vulnerabilidades presentes en los servidores analizados suponen un riesgo alto y un 26% alcanzan un nivel crítico, exponiendo información médica sensible y poniendo en riesgo la disponibilidad ininterrumpida de los servicios de salud (Martínez Santander et al., 2024). Como resultado directo de esta falta de integración, fallas de seguridad y ausencia de modelos de rendimiento viables, una gran cantidad de desarrollos en teleasistencia terminan convirtiéndose en "prototipos huérfanos". La evaluación institucional de proyectos de vida asistida demostró que la ausencia de ecosistemas interconectados y planes de sostenibilidad a largo plazo genera que las soluciones fracasen de

forma abrupta en el mercado, dejando a los usuarios sin soporte tecnológico una vez que finalizan los subsidios iniciales de investigación (AAL Association, 2025).

1.2. Contexto y Justificación

El impacto directo de este ecosistema tecnológico fragmentado y de la creciente demanda de cuidados recae de manera desproporcionada sobre un perfil de usuario específico. Dentro de la economía del cuidado, se categoriza como "grupos dependientes" a todos aquellos individuos cuya autonomía se ve comprometida, impidiéndoles desenvolverse por sí mismos sin el soporte de terceros. Esta clasificación integra tanto a la población infantil —cuya vulnerabilidad y necesidad de tutela es inherente a su etapa temprana de desarrollo— como a la población adulta que transita cuadros clínicos prolongados o situaciones de discapacidad (Wray et al., 2023). Cuando un individuo asume la provisión de cuidados no remunerados a ambos grupos demográficos de manera simultánea, adquiere el rol dual definido operativamente como "Cuidador Sándwich" (Wray, 2024). Al analizar el impacto demográfico de este fenómeno, la evidencia estadística recabada a nivel nacional en Canadá demuestra que el 6% de su población general ejerce este rol dual, concentrándose la mayor carga (29%) en la franja etaria de 35 a 44 años, lo que indica que esta labor de asistencia paralela se asume en plena etapa de máxima capacidad productiva (Wray, 2024).

Las exigencias de este rol generan un desgaste multifactorial severo. Empíricamente, el 86% de los cuidadores sándwich reporta consecuencias negativas directas sobre su salud física y bienestar; entre los impactos más prevalentes destacan el cansancio extremo (69%), la ansiedad constante (65%) y un sentimiento persistente de estar abrumados por la situación (50%) (Wray, 2024). Este impacto se traslada directamente a la economía formal e informal. El 66% de los cuidadores sándwich no jubilados afirman que sus responsabilidades afectaron negativamente su empleo, requiriendo ajustes de horarios o reducción de jornadas laborales (Wray, 2024)- Un análisis cuantitativo masivo sobre la economía del cuidado demostró que los cuidadores familiares aportan un estimado de 5.700 millones de horas anuales de trabajo no remunerado, con un valor de reemplazo económico calculado entre 97.100 y 112.700 millones de dólares; dentro de este sector, los cuidadores que co-residen con sus dependientes (una situación común en el cuidado multigeneracional) aportan una cuota desproporcionada, representando el 73% del

valor monetario total del cuidado a pesar de constituir solo el 38% de la población cuidadora (Fast et al., 2023),

Lejos de aliviar esta carga logística, el diseño actual de las aplicaciones de salud digital ha introducido nuevos riesgos psicológicos. Un estudio empírico basado en modelos de ecuaciones estructurales sobre 1.494 usuarios demostró que la "sobrecarga de información" (Information Overload) inherente a las aplicaciones de mHealth tiene una correlación positiva y significativa con la percepción de severidad y susceptibilidad ante las enfermedades; este exceso de datos médicos sin filtrar provoca que los usuarios generen una hipervigilancia ansiosa que conduce directamente a la sobreutilización y el abuso de intervenciones médicas innecesarias (Zhong et al., 2024). Finalmente, el diseño de estas plataformas agrava el escenario al imponer una alta carga de tratamiento (*treatment burden*); la dependencia sistemática de modelos predictivos basados en el auto-reporte exige que el usuario ingrese datos manuales de forma frecuente, introduciendo una exigencia adicional que fomenta la desensibilización y el riesgo de abandono del ecosistema digital a largo plazo (Duckworth et al., 2024).

1.3. Marco Institucional

La solución propuesta está estratégicamente orientada a empresas proveedoras de servicios convergentes que operan en el mercado argentino y que buscan integrar un sistema inteligente de seguridad familiar y monitoreo preventivo dentro de sus ecosistemas de servicios digitales preexistentes. El objetivo central es que las funcionalidades de la aplicación, fundamentadas en la geolocalización avanzada y el análisis de comportamiento, puedan ser consumidas directamente por los clientes finales como un servicio de valor agregado (VAS) plenamente integrado a sus planes de conectividad, telefonía móvil o seguridad del hogar. En este esquema, se define como usuario controlador al titular de la cuenta, quien asume el rol de cuidador de generaciones simultáneas, y como usuarios controlados a los distintos integrantes del grupo familiar bajo su responsabilidad, estableciendo una distinción técnica entre perfiles diseñados para menores de edad y perfiles para adultos mayores.

Esta estructura organizativa permite parametrizar y personalizar la experiencia de monitoreo, así como ajustar la sensibilidad de las alertas según las necesidades de cuidado y los niveles de autonomía específicos de cada integrante del hogar. Para garantizar la operatividad y una experiencia de usuario completa, se prevé que el sistema sea compatible con dispositivos

móviles inteligentes que dispongan de acceso estable a internet y sensores de posicionamiento global de alta precisión. El despliegue de esta solución se apoya en la infraestructura técnica de organizaciones que ya poseen una presencia consolidada en el mercado, permitiendo que la herramienta se beneficie de una base masiva de usuarios y de canales de soporte técnico y comercial ya establecidos.

Es fundamental destacar que este trabajo final de carrera no contempla el desarrollo de software funcional ni la ejecución de prácticas de campo, sino que centra su aporte profesional en el diseño conceptual, técnico y la evaluación de viabilidad de una alarma basada en geolocalización e inteligencia artificial. El diseño propuesto integra mecanismos de inteligencia artificial pasiva en el backend destinados al aprendizaje continuo de patrones de conducta y la detección proactiva de anomalías conductuales. De este modo, la propuesta se posiciona como un modelo de intervención viable y escalable con el potencial de ser implementado en entornos productivos reales por organizaciones que busquen liderar la innovación en servicios de seguridad familiar inteligente dentro de la República Argentina.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de aplicación móvil de seguridad familiar basada en geolocalización y análisis de comportamiento mediante inteligencia artificial, destinada a ser integrada en ecosistemas de servicios digitales, con el fin de maximizar la experiencia del usuario.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Investigar las limitaciones de las herramientas de geolocalización y control parental vigentes para identificar las brechas de personalización en la atención de usuarios con dependencia a cargo
- Categorizar los requerimientos funcionales y las métricas de comportamiento específicas para los perfiles “Junior” y “Senior”, permitiendo una segmentación precisa dentro del ecosistema de servicios digitales.

- Definir los parámetros técnicos y los flujos de datos necesarios para que el motor de inteligencia artificial pasiva procese metadatos de comunicación y desplazamiento en el backend
- Diseñar la arquitectura conceptual de una interfaz de alertas multimodales que integre notificaciones por voz, hápticas y visuales adaptadas a las capacidades de cada perfil de usuario.

2. Estado del Arte

2.1. Arquitectura Base: Adquisición y Procesamiento de Datos

La construcción de ecosistemas de teleasistencia inteligente y no intrusiva orientados al monitoreo familiar continuo se encuentra supeditada al diseño de arquitecturas robustas, capaces de interconectar múltiples dispositivos portátiles comerciales para adquirir y procesar flujos masivos de datos en tiempo real (Pradyumna et al., 2024). Para asegurar que la recolección de metadatos conductuales y variables biométricas resulte escalable y viable, las investigaciones de vanguardia descentralizan el poder de cómputo primario desde servidores tradicionales hacia el borde perimetral móvil de la red celular (Ghadi et al., 2024).

Al aplicar este enfoque de computación localizada (Edge Computing), las plataformas asistenciales contemporáneas procesan la información cinemática y médica sensible directamente en los terminales de los usuarios controlados, lo cual evita la exposición o el tránsito constante de registros crudos por canales de comunicación públicos (Ghadi et al., 2024).

De manera complementaria, la incorporación de inteligencia artificial en el borde (*Edge-AI*) resuelve las limitaciones de latencia inherentes a los servidores centralizados, resguardando la confidencialidad y la gobernanza de la telemetría recolectada desde el propio sustrato de la infraestructura técnica local (Prabha et al., 2026).

2.1.1. Sensores Comerciales y Fusión de Datos

Los sistemas contemporáneos de Reconocimiento de Actividad Humana (HAR) orientados a la teleasistencia preventiva han evolucionado hacia la supresión de hardware médico especializado o infraestructuras domóticas cerradas, capitalizando la ubicuidad de los sensores inerciales integrados por defecto en los teléfonos inteligentes comerciales. Alshammari y Albalawi (2024) demostraron la viabilidad técnica de este enfoque al procesar flujos cinemáticos tridimensionales provenientes de acelerómetros y giroscopios mediante modelos de aprendizaje profundo, logrando clasificar actividades cotidianas con niveles de exactitud superiores al 95% y validando el uso del dispositivo móvil del propio usuario como nodo sensor base de su rutina ordinaria.

No obstante, la literatura científica identifica "puntos ciegos" críticos en la supervisión inercial pasiva, particularmente en escenarios de alta intimidad, donde los usuarios suelen despojarse de los terminales móviles y donde la videovigilancia resulta éticamente inaceptable por violar la privacidad (Lupión et al., 2025). Para resolver estas ventanas de desprotección sin incurrir en arquitecturas intrusivas o costosos montajes domóticos residenciales, las investigaciones de vanguardia en mHealth convalidan la fusión multimodal de datos mediante el enlace inalámbrico de corto alcance con wearables de muñeca de uso comercial continuo (Lupión et al., 2025).

Bajo esta configuración distribuida, el dispositivo vestible actúa como un nodo complementario que recopila de manera pasiva datos cinemáticos e inerciales tridimensionales, tales como la aceleración y la velocidad angular de los movimientos corporales del usuario (Lupión et al., 2025). Este flujo de información fisiológica se transmite en segundo plano para enriquecer el contexto conductual del usuario, eliminando por completo la exigencia de registros manuales o tareas cognitivas adicionales por parte del adulto mayor (F. Mehmood et al., 2025).

Las evidencias empíricas demuestran que las redes neuronales híbridas son capaces de clasificar con alta precisión las series de tiempo cinemáticas provenientes de los smartphones de consumo (Khatun et al., 2022). Al combinar dichos flujos con la telemetría inercial pasiva de los wearables, los clasificadores automáticos adquieren la capacidad de discriminar con éxito entre las actividades normales de la vida diaria y una anomalía física real (Lupión et al., 2025). Esta sinergia analítica permite activar de forma autónoma protocolos de asistencia ante eventos de inmovilidad prolongada o colapsos, mitigando drásticamente las tasas de falsas alarmas que erosionan el bienestar emocional del cuidador (Lupión et al., 2025).

Para garantizar la viabilidad de estas plataformas en el hogar, el diseño asistencial debe evitar el despliegue de interfaces complejas o dispositivos intrusivos (como cámaras y micrófonos continuos) que históricamente han provocado frustración, sensación de vigilancia y rechazo tecnológico tanto en el adulto mayor como en sus cuidadores familiares (Gkiolnta et al., 2025)

2.1.2. Edge Computing y Gestión de la Respuesta Crítica

La literatura científica identifica que la dependencia exclusiva de arquitecturas centralizadas en la nube incrementa críticamente los retrasos de transmisión y satura el ancho de banda en escenarios de emergencia vital (Locharoenrat, 2026). Para mitigar esta congestión y suprimir la vulnerabilidad de la pérdida de conectividad con servidores centrales, se ha validado que desplazar la computación analítica hacia las fronteras del borde perimetral de la red (*Mobile Edge Computing - MEC*) facilita respuestas deterministas casi en tiempo real, optimizando la tolerancia a fallos del sistema distribuido (Jayousi et al., 2025).

Por su parte, la integración de modelos predictivos locales (Edge-AI) en los nodos de borde no solo minimiza la latencia en la detección de eventos, sino que optimiza el consumo energético y de recursos del hardware perimetral al implementar algoritmos de clasificación previamente cuantizados (Prabha et al., 2026). Asimismo, estos hallazgos comprueban que el empleo de protocolos de bajo consumo para el monitoreo de fondo, combinados con la capacidad de los agentes de software para conmutar de manera autónoma y prioritaria hacia redes celulares de alta velocidad al confirmarse una anomalía fisiológica o biomédica, dota de robustez y resiliencia al enlace de datos durante el despacho de alertas de alta jerarquía (Prabha et al., 2026).

Para solventar las limitaciones técnicas de los entornos con recursos limitados, se proponen arquitecturas híbridas que asignan dinámicamente el cómputo (*dynamically allocate computation*) entre el borde y la nube, distribuyendo el procesamiento local para dar respuestas inmediatas ante eventos urgentes y reservando la inteligencia centralizada para la optimización del cuidado longitudinal (Jayousi et al., 2025). Esta arquitectura híbrida de borde y nube (edge-cloud) reduce significativamente la congestión de la red y la carga en los canales de comunicación, salvaguardando la capacidad de respuesta casi en tiempo real para el procesamiento de señales en el hogar del paciente y disminuyendo la dependencia de una conectividad continua a servidores centrales (Jayousi et al., 2025).

2.2. Inteligencia Artificial y Análisis Conductual

La detección de desviaciones conductuales se enfrenta al desafío metodológico de identificar patrones atípicos complejos y no lineales en series de tiempo que presentan una alta

dimensionalidad e interdependencias temporales consecutivas (Duque Granda, 2025). Dado que la escasez de anomalías etiquetadas y la alta demanda computacional para procesar grandes volúmenes de datos dificultan el entrenamiento de modelos tradicionales, las investigaciones contemporáneas respaldan el aprendizaje profundo no supervisado como una alternativa robusta para representar relaciones no lineales complejas y capturar dependencias temporales de forma autónoma (Wang et al., 2025). Este enfoque faculta a los sistemas para clasificar anomalías complejas a partir de series temporales de sensores sin depender de conjuntos de datos previamente etiquetados (Wang et al., 2025), una propiedad clave para evitar parametrizaciones rígidas o calibraciones manuales que, en el ámbito de la teleasistencia, suelen degradar la escalabilidad y la adopción de las herramientas móviles en entornos reales.

2.2.1. Modelado de la Línea Base Conductual

Para caracterizar de forma continua la rutina ordinaria de un sujeto, Khatun et al. (2022) exponen que las técnicas de segmentación de flujos cinemáticos mediante ventanas deslizantes aplicadas a dispositivos de consumo permiten capturar eficazmente las dependencias temporales y la correlación física del movimiento. En esta dirección, la literatura científica convalida la implementación de Modelos de Markov para modelar secuencias temporales de datos de sensores (Raje et al., 2023), permitiendo decodificar probabilísticamente las transiciones y anomalías en las actividades de la vida diaria (ADLs) del usuario. El cálculo secuencial e histórico de estas variables conductuales permite establecer líneas base de referencia altamente personalizadas, lo cual faculta la determinación con rigor matemático de los umbrales en que una rutina diaria quiebra la secuencia temporal ordinaria del usuario (Shaikh et al., 2025).

2.2.2. Detección de Anomalías

Frente a la necesidad de clasificar instantáneamente accidentes o crisis físicas infrecuentes, los desarrollos de vanguardia recurren a redes neuronales profundas basadas en la reconstrucción, destacando la idoneidad de los Autoencoders entrenados bajo el paradigma de clasificación de una sola clase para identificar caídas e impactos inéditos (Khan y Taati, 2017).

Por su parte, Hussien Ali et al. (2025) confirman que el cálculo continuo de las puntuaciones de anomalía sobre las series temporales multidimensionales permite automatizar de forma pasiva las etiquetas de alerta ante desvíos críticos del sistema. Las validaciones empíricas

reportan que estos modelos basados en reconstrucción exhiben un rendimiento predictivo sobresaliente, cuantificado mediante el análisis del Área Bajo la Curva (AUC), al discriminar con precisión estadística patrones anómalos y complejos dentro de series de tiempo no lineales (Duque Granda, 2025).

Para viabilizar la ejecución en tiempo real de modelos de detección de anomalías en series temporales de alta dimensionalidad, la literatura técnica convalida la optimización de las estructuras algorítmicas mediante la integración directa de Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre el espacio latente de un Autoencoder (Hussien Ali et al., 2025). La literatura comprueba que la reestructuración del espacio latente aligera la complejidad computacional del modelo, garantizando precisiones de reconocimiento elevadas y un incremento promedio del 58.5% en la velocidad de inferencia (Hussien Ali et al., 2025), propiedades analíticas clave que facilitan su posterior adaptación para respuestas rápidas y deterministas en entornos de teleasistencia móvil.

2.3. Fragmentación en IoMT

La proliferación de tecnologías médicas portátiles y redes de sensores en el hogar ha transformado el monitoreo remoto, pero genera simultáneamente un entorno de software fragmentado debido a la coexistencia de soluciones incompatibles y protocolos propietarios (Jayousi et al., 2025).

En el ámbito de la salud digital, la literatura sistemática confirma que la heterogeneidad de los dispositivos de adquisición y la incompatibilidad de los sistemas de software actúan como las principales barreras de interoperabilidad en el Internet de las Cosas Médicas (Pournik et al., 2023). Al no contar con un intercambio de datos fluido y estandarizado entre plataformas, se dificulta la transferencia oportuna de información crítica, lo que genera retrasos en el cuidado y compromete directamente la seguridad de las personas en entornos de atención domiciliaria (Hyvämäki et al., 2023).

En la práctica asistencial, la persistencia de esta compartimentación obstaculiza el trabajo de coordinación de los diferentes actores de cuidado (médicos, sociales y familiares) (Jayousi et al., 2025), dificultando la adopción y sostenibilidad a largo plazo de herramientas digitales diseñadas para optimizar la toma de decisiones clínicas (Rodrigues et al., 2024).

2.3.1. Interoperabilidad y Estándares Multi-Plataforma

Para mitigar las barreras de comunicación transversal y viabilizar un flujo de datos agnóstico en arquitecturas complejas, las investigaciones contemporáneas recomiendan la implementación de capas de abstracción o middleware (AAL Association, 2025). Estas herramientas actúan como puentes de comunicación distribuidos que unifican los eventos de hardware heterogéneos, permitiendo que el sistema central interprete de manera ágil las variables procedentes de múltiples fabricantes (AAL Association, 2025).

Al estructurar las plataformas asistenciales sobre Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) de carácter abierto, se dota al diseño de software de una modularidad total que facilita la integración incremental de dispositivos comerciales de consumo sin quedar atrapado en las restricciones de licenciamiento de una única corporación (*vendor lock-in*) (AAL Association, 2025).

Los análisis de impacto demuestran que las iniciativas basadas en arquitecturas abiertas logran un despliegue comercial exitoso en el 64% de los casos evaluados, en claro contraste con las soluciones monolíticas y cerradas, cuya tasa de viabilidad y supervivencia en el mercado de la teleasistencia cae al 38% (AAL Association, 2025).

2.3.2. Ecosistemas Unificados y Mitigación de la “App Fatigue”

A nivel de la experiencia de usuario, la falta de interfaces unificadas puede traducirse en un desgaste cognitivo para el cuidador. En el ecosistema de la salud digital, se ha demostrado que el exceso de datos médicos sin unificar induce estados de sobrecarga informativa (*Information Overload*), un escenario donde la demanda de procesamiento supera la capacidad real del individuo, afectando directamente la calidad y eficiencia de la toma de decisiones (Zhong et al., 2024).

Como respuesta a la tensión acumulada en entornos digitales saturados, los usuarios experimentan el fenómeno conductual clasificado como "Fatiga de Aplicaciones Móviles" (*Mobile App Fatigue*), el cual se caracteriza por un agotamiento subjetivo y emocional frente a la operación de los sistemas (Pang y Shao, 2023). En la práctica asistencial, la necesidad de alternar entre múltiples plataformas ineficientes drena los recursos cognitivos del usuario, lo que suele propiciar la evasión o el abandono de las herramientas como mecanismo de afrontamiento (Pang

y Shao, 2023). Consecuentemente, unificar las funciones bajo un único ecosistema convergente se consolida como un requisito de diseño indispensable para garantizar la adopción sostenible del monitoreo a largo plazo.

2.4. Diseño de Interacción y Contexto Espacial

La interacción del usuario con las herramientas de salud móvil experimenta transformaciones de diseño orientadas a mitigar la fricción cognitiva y el agotamiento físico en las rutinas de la vida diaria (Rebelo, 2025). Las evaluaciones sobre el involucramiento de los usuarios revelan que la dependencia sistémica de modelos de supervisión basados en el auto-reporte o cargas de datos manuales introduce exigencias adicionales que aceleran el estrés del operador y disparan las tasas de abandono del ecosistema digital (Duckworth et al., 2024).

Para neutralizar este desgaste y garantizar la adopción continua del servicio, se propone la integración de los principios del diseño no-intrusivo, estructurando el software para que trabaje en un plano pasivo y periférico (Rebelo, 2025), de esta manera, el sistema procesa los datos de fondo y emerge al centro de la atención del cuidador únicamente ante eventos de desvío o alertas críticas comprobadas.

2.4.1. Interfaces Invisibles

La optimización de los paneles de control móviles en entornos asistenciales se instrumenta mediante la aplicación de criterios de supresión visual y remoción de flujos informativos no críticos (Rebelo, 2025). Al ocultar la telemetría secundaria cruda, el sistema evita saturar la capacidad cognitiva del usuario administrador y preserva su atención para la toma de decisiones críticas (Rebelo, 2025).

De este modo, el despliegue de procesos analíticos silenciosos en el *backend* permite automatizar el registro de regularidades conductuales sin demandar interacciones activas por parte del dependiente; una estrategia que se fundamenta en el concepto de interfaces invisibles, las cuales permanecen imperceptibles en el entorno del usuario y solo reclaman su atención explícita cuando el sistema requiere comunicar un evento crítico o una anomalía real (Rebelo, 2025).

2.4.2. Evolución de las Geovallas en Ecosistemas de Salud

La contextualización espacial del comportamiento se gestiona resguardando la privacidad del usuario controlado mediante el uso de delimitaciones perimetrales virtuales o geovallas (Shevchenko y Reips, 2024). Las validaciones técnicas demuestran que el procesamiento local del ingreso o abandono de un cuadrante geográfico determinado resulta significativamente menos invasivo que el geoseguimiento continuo de coordenadas espaciales hacia bases de datos centralizadas (Shevchenko y Reips, 2024).

Para evitar el consumo acelerado de la batería en terminales de consumo, las arquitecturas contemporáneas delegan la detección de fronteras al propio sistema operativo móvil, el cual restringe el escaneo continuo de geolocalización y prioriza el uso de señales de redes locales inactivas cuando el dispositivo detecta estados estacionarios (Flynn y Kimm, 2023). El cruce de estos límites actúa como un disparador de contexto oportuno que activa automáticamente los mecanismos de seguridad y planes de servicio justo a tiempo (Tobin et al., 2023).

2.4.3. Monitoreo por Deferencia y Autonomía Progresiva

La viabilidad operativa de las plataformas de teleasistencia preventiva está condicionada de forma directa por el respeto a la intimidad y la autonomía del sujeto monitorizado, dado que el diseño intrusivo puede provocar el rechazo tecnológico por parte de los cuidadores (Gkiolnta et al., 2025).

Las investigaciones en bioética y fenotipificación digital advierten que los modelos predictivos no deben operar bajo esquemas de vigilancia y paternalismo tecnológico, puesto que la pretensión de precisión estadística en el monitoreo corre el riesgo de medicalizar conductas cotidianas y reducir el comportamiento humano a meras categorías clínicas de control (Schweiger, 2025). Asimismo, la evidencia teórica confirma que el monitoreo tecnológico ininterrumpido altera de manera negativa las dinámicas familiares al posicionar a los miembros del hogar como vigilantes constantes de la conducta del dependiente mediante el uso de proxies tecnológicos (Schweiger et al., 2022).

Consecuentemente, se propone el diseño de sistemas que prioricen procesos algorítmicos transparentes que aseguren la privacidad y la regulación ética de los datos (Gkiolnta et al., 2025).

Al estructurar la interfaz bajo estos principios no invasivos, se facilita que la tecnología se despliegue de forma periférica en la vida diaria, resguardando la intimidad corporal y mental de los sujetos sin erosionar su bienestar y su derecho a la privacidad (Schweiger, 2025).

2.5. Marco Normativo y Bioética

La digitalización masiva de las plataformas asistenciales traslada la gestión de la salud y el comportamiento hacia redes informáticas globales operadas mediante algoritmos de inteligencia artificial, inaugurando tensiones jurídicas y éticas complejas. En este nuevo escenario macroestructural, los metadatos de comportamiento y las series biomédicas se consolidan como activos estratégicos de información (Véliz, 2025).

Consecuentemente, la literatura contemporánea subraya la necesidad de marcos de gobernanza que eviten que la recolección algorítmica reduzca a los usuarios a simples objetos de perfilado cuantitativo, garantizando que el individuo permanezca como un sujeto de derecho activo y soberano frente a los modelos estadísticos (García Gómez, 2025).

En consonancia con este imperativo ético, se postula que el diseño y la implementación de los sistemas informáticos asistenciales deben operar bajo una subordinación directa a la dignidad y los derechos fundamentales de las personas (Véliz, 2025). De forma complementaria, el desarrollo normativo local debe guiar el despliegue tecnológico para evitar que la innovación socave las libertades civiles, asegurando que la tecnología trabaje siempre al servicio del bienestar democrático (García Gómez, 2025).

2.5.1. Desafíos Regulatorios frente al Monitoreo Continuo

La protección de la información sanitaria experimenta un desfasaje estructural frente a la irrupción de plataformas asistenciales que ejecutan un procesamiento pasivo y continuo de la telemetría del usuario (Véliz, 2025). De manera coincidente, los marcos regulatorios tradicionales evidencian una debilidad intrínseca al depender de un consentimiento informado de carácter estático, el cual resulta insuficiente en entornos tecnológicos donde los modelos de aprendizaje automático infieren datos sensibles de forma ininterrumpida (García Gómez, 2025).

Para subsanar esta vulnerabilidad, la literatura convalida la incorporación de la Privacidad desde el Diseño como un estándar de ingeniería ineludible que obliga a anticipar los riesgos antes de que se produzcan incidentes en producción (García Gómez, 2025). Esta

responsabilidad proactiva, alineada con las directrices de marcos internacionales como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR), exige la integración sistemática de medidas técnicas destinadas a asegurar la minimización estricta de los flujos de datos en las fases tempranas del desarrollo algorítmico (García Gómez, 2025).

Bajo este enfoque de minimización, la literatura especializada en ingeniería de privacidad identifica como salvaguarda técnica indispensable que las variables de localización y los registros fisiológicos se procesen de forma estrictamente efímera y transitoria en la memoria RAM volátil del terminal, restringiendo su análisis exclusivamente a situaciones de cuidado vital. Estas salvaguardas técnicas materializan en el plano de la arquitectura de software las directrices éticas y bioéticas que exigen limitar la recolección de datos al mínimo requerido para garantizar la seguridad del dependiente, neutralizando así los riesgos de vigilancia masiva o de monetización no autorizada de la intimidad del paciente (Véliz, 2025).

2.5.2. Bioética de la Intervención Remota

La digitalización y el monitoreo mediante plataformas de salud digital plantean profundos dilemas normativos respecto a la privacidad de los datos sensibles y los límites del consentimiento informado tradicional (Véliz, 2025). En este escenario, la literatura bioética contemporánea postula que, para legitimar el desarrollo de innovaciones tecnológicas y sistemas algorítmicos en salud, la gobernanza de las decisiones asistidas debe equilibrar sistemáticamente los principios fundamentales de la bioética (Véliz, 2025).

Así, bajo el principio de Beneficencia, se fundamenta éticamente la necesidad de maximizar los resultados positivos y actuar de manera directa para salvaguardar la integridad física del paciente (Véliz, 2025); una premisa que justifica el despliegue de intervenciones proactivas en sistemas de monitoreo ante situaciones de riesgo vital.

De forma complementaria, para mitigar el impacto invasivo de estas tecnologías, se aplica el principio de No Maleficencia con el fin de evitar daños y prevenir el uso indebido de los datos (Véliz, 2025); un mandato ético que las arquitecturas de software modernas materializan limitando técnicamente la activación de sensores (como la localización o el altavoz) exclusivamente a las ventanas temporales críticas posteriores a la confirmación de una anomalía física, neutralizando esquemas de vigilancia o fiscalización continua injustificada.

2.6. Conclusiones

La revisión sistemática de la literatura científica más reciente permite estructurar un diagnóstico crítico sobre las fronteras y limitaciones vigentes en el Internet de las Cosas Médicas (IoMT) y el diseño de sistemas asistenciales. El análisis de los antecedentes demuestra que, si bien la viabilidad técnica de la adquisición cinemática mediante hardware comercial y el procesamiento analítico no supervisado en el borde perimetral móvil se encuentran plenamente validados, la arquitectura de las soluciones comerciales actuales adolece de una severa rigidez técnica y fragmentación operativa. Al estar la telemetría confinada en silos propietarios aislados, se traslada una inaceptable carga de tratamiento al entorno familiar, obligando al usuario a alternar entre múltiples interfaces complejas y precipitando el desgaste cognitivo clasificado como *Mobile App Fatigue*.

Asimismo, desde la perspectiva del diseño de interacción, se constata una marcada polarización en las estrategias de supervisión espacial y conductual. Por un lado, las plataformas tradicionales de control parental se inclinan hacia esquemas de fiscalización invasivos y panópticos que vulneran el derecho a la intimidad y colisionan con la doctrina jurídica de la autonomía progresiva de las niñeces y adolescentes. Por el otro, los sistemas gerontológicos descartan la privacidad al depender sistemáticamente de videovigilancia intrusiva o, en su defecto, de la instalación de infraestructuras domóticas residenciales fijas de alto costo, comprometiendo el arraigo y la viabilidad económica de envejecer de forma autónoma en el hogar (*Aging in Place*).

En consecuencia, se identifica un vacío de conocimiento y desarrollo respecto a plataformas unificadas y adaptativas diseñadas específicamente bajo las dinámicas demográficas del Cuidador Sándwich. La literatura científica convalida la necesidad de modelos de software que sustituyan la vigilancia punitiva por intervenciones adaptativas justo a tiempo (JITAI) y que operen bajo las premisas de la Tecnología Calma, manteniendo los flujos de datos ordinarios en la periferia de la interfaz para mitigar el tecnoestrés.

Esta brecha de infraestructura y diseño justifica el desarrollo conceptual de la presente propuesta, la cual se configura de manera agnóstica como un Servicio de Valor Agregado (VAS) sobre la red celular. Al integrar un motor de IA pasiva y efímera en el backend que respete rigurosamente el principio de responsabilidad proactiva y la Ley N° 25.326 de Protección de

Datos Personales en Argentina, esta plataforma unifica de forma ciega y no intrusiva el cuidado multigerencial.

Así, la innovación se consolida como una solución analítica de alto valor corporativo y humano, maximizando la experiencia de usuario y devolviendo el control cognitivo percibido al administrador familiar sin violentar la autodeterminación informativa de sus dependientes.

3. Marco Teórico

3.1. Contexto Sociodemográfico y Comportamental

El diseño y la gestión estratégica de una plataforma tecnológica convergente orientada a la teleasistencia familiar de alta complejidad exige, de forma preliminar, establecer un marco comprensivo sobre las variables sociodemográficas, las dinámicas de comportamiento y las tensiones psicocognitivas que caracterizan al usuario final. La optimización del software en términos de usabilidad y adopción sostenida se encuentra condicionada por la capacidad de la infraestructura técnica para alinearse con las rutinas cotidianas de las personas y mitigar de manera proactiva los estresores tecnológicos del entorno digital contemporáneo.

3.1.1. Evolución de los Cuidadores de Generaciones Simultáneas

El concepto de cuidador de generaciones simultáneas, comúnmente denominado "generación sándwich", ha evolucionado conceptualmente en las últimas décadas para reflejar la creciente complejidad de las estructuras familiares modernas, abandonando de forma progresiva las definiciones restrictivas basadas estrictamente en la co-residencia.

En las aproximaciones de principios de la década de 2000, la categorización de esta población dependía de límites etarios y convivencia rígida, definiéndose operativamente como aquellos individuos de entre 45 y 64 años que brindaban atención a padres mayores de 65 años mientras convivían en el mismo domicilio con hijos solteros menores de 25 años (Williams, 2004) Posteriormente, otros enfoques mantuvieron el requisito residencial, pero concentraron la tutela en la minoría de edad de los descendientes (Sinha, 2013). A medida que las exigencias socioeconómicas prolongaron la dependencia de los jóvenes, el marco conceptual incorporó variables de soporte y transferencia financiera que trascienden el espacio habitacional ordinario (Parker y Patten, 2013).

Investigaciones empíricas contemporáneas extienden el espectro de análisis hacia cohortes de mediana edad que asumen modalidades de apoyo indirecto multigerencial, demostrando que los individuos que dedican recursos al cuidado de sus nietos exhiben una probabilidad significativamente mayor de involucrarse de forma concurrente en el soporte de sus propios padres o suegros (Vlachantoni et al., 2020). Estos hallazgos convalidan la "hipótesis de

la solidaridad familiar", caracterizando la labor de asistencia como un fenómeno complementario y sistémico de redes de apoyo mutuo (Vlachantoni et al., 2020).

En las acepciones de vanguardia, esta población de cuidadores de mediana edad gestiona las demandas concurrentes bajo la figura del "triple deber", al verse obligada a articular la asistencia de ambas generaciones dependientes con el mantenimiento de sus responsabilidades laborales formales en su etapa de máxima capacidad productiva (Lam et al., 2026). Esta sobrecarga se inscribe dentro de la economía del cuidado, definiendo como "grupos dependientes" a los menores de edad y a los adultos mayores con autonomía comprometida (Wray et al., 2023).

La evidencia estadística internacional documenta que este rol dual afecta a un porcentaje estructural de la población económicamente activa, provocando un desgaste multifactorial severo caracterizado por ansiedad constante, cansancio crónico y conflictos crónicos de gestión del tiempo, o caregiver burnout (Lam et al., 2026). Este impacto físico y emocional de la doble carga de cuidado repercute de manera directa en el bienestar del individuo, quien con frecuencia reporta sentirse abrumado e irritable frente a las exigencias familiares (Wray, 2024).

Este desgaste genera repercusiones directas sobre el empleo formal, forzando reducciones de jornadas o ajustes horarios de los trabajadores activos (Wray, 2024). Asimismo, esta labor de apoyo familiar no remunerado representa una cuota macroeconómica desproporcionada que sostiene de forma silenciosa los sistemas asistenciales y la economía general (Fast et al., 2024). En la realidad del mercado de telecomunicaciones convergentes en Argentina, este escenario de vulnerabilidad logística justifica conceptualmente el desarrollo de herramientas digitales integradas de valor agregado (VAS) orientadas a mitigar la fragmentación y a reducir de forma automatizada la carga de supervisión del usuario administrador.

3.1.2. Sobrecarga de Información y Fatiga de Aplicaciones

La viabilidad a largo plazo de las plataformas de monitoreo continuo depende críticamente de la gestión avanzada de los datos para evitar el colapso cognitivo del usuario. Desde una perspectiva psicológica, la sobrecarga de información se produce cuando el volumen de datos suministrado excede las capacidades de procesamiento del receptor, desencadenando la condición categorizada como "infobesidad" o ansiedad informacional (Okolo, 2021).

El modelo estructural de Eppler y Mengis (2004) establece que esta sobrecarga emerge de la interrelación de cinco dimensiones primarias: las características de la información, las limitaciones del individuo, la complejidad de las tareas, el diseño organizacional y, fundamentalmente, la tecnología de la información empleada. Para atenuar este impacto a nivel de interfaz, el uso de tableros de control o *dashboards* centralizados que agrupan visualmente los indicadores críticos constituye una medida eficaz para reducir la fatiga mental y maximizar la conciencia situacional (Arnold et al., 2023).

Cuando esta sobrecarga informacional se traslada al plano de la teleasistencia, se materializa teóricamente como "carga de tratamiento" (treatment burden), un constructo que la literatura define bajo dos ejes: la carga de trabajo que demanda tiempo y energía del sujeto, y el impacto sobre su bienestar psicosocial (Eton et al., 2012). En los entornos de asistencia remota preventiva, esta carga se transpone de manera directa hacia el cuidador familiar, quien asume operativamente la gestión del sistema y la supervisión del dependiente. Para impedir que la tecnología incremente el desgaste de este rol sustituto, resulta indispensable presentar la información en formatos simplificados y accesibles, erradicando la jerga médica o técnica compleja, lo cual garantiza que las alertas y el monitoreo encajen armónicamente con las rutinas de la vida diaria y laboral del núcleo familiar (Powell et al., 2021).

La exigencia continua de interactuar con sistemas fragmentados introduce el constructo del tecnoestrés, el cual se operacionaliza mediante las dimensiones de tecno-sobrecarga (cuando el sistema fuerza al usuario a procesar datos con mayor velocidad) y tecno-invasión, caracterizada por el efecto intrusivo de estar constantemente conectado y difuminando los límites de la vida personal (Ragu-Nathan et al., 2008). Esta exposición prolongada a demandas tecnológicas invasivas genera alteraciones psicofisiológicas crónicas y fallas en la estabilidad conductual de los usuarios (Popescu et al., 2018).

En consecuencia, estos estresores interactúan de manera directa alimentando el paradigma sistémico de Estresor-Tensión-Resultado (SSO) propuesto por Pang y Shao (2023). Bajo este marco explicativo, se asume que la tensión prolongada agota por completo los recursos emocionales y cognitivos del sujeto, derivando de forma predictiva en la "Fatiga de Aplicaciones Móviles" o Mobile App Fatigue. Al drenarse estas capacidades, los autores sostienen que se gatilla de manera natural la evasión o la desconexión del sistema como un mecanismo de defensa

psicológico directo. Consecuentemente, el diseño de la plataforma propuesta busca neutralizar estos estresores mediante el uso de algoritmos que operan en segundo plano e interfaces conversacionales con IA explicable (XAI).

3.1.3. Autonomía Progresiva vs. Dependencia

La introducción de plataformas de supervisión en el ámbito familiar exige analizar la transición jurídica y psicológica de los sujetos controlados bajo una perspectiva ética. En el caso de la infancia y la adolescencia, las herramientas de información deben alinearse con el principio de autonomía progresiva, entendiendo que la intensidad de la intervención adulta sobre las decisiones del menor debe decrecer de manera inversamente proporcional al desarrollo de sus facultades (Viola, 2012).

En la República Argentina, la doctrina jurídica que impulsó la posterior unificación del Código Civil y Comercial de la Nación ya teorizaba este cambio de paradigma, proponiendo transitar desde una rígida representación absoluta de los progenitores hacia una función de acompañamiento y orientación denominada responsabilidad parental (Viola, 2012).

Por consiguiente, los modelos predictivos aplicados a este grupo demográfico no deben operar como herramientas de fiscalización algorítmica constante. La literatura bioética advierte que la recopilación continua de variables de comportamiento genera fuertes reservas en los jóvenes debido a la opacidad de los modelos predictivos y al riesgo latente de que la inteligencia artificial malinterprete sus conductas cotidianas, lo cual termina por erosionar la confianza y la confidencialidad (Schweiger, 2025). Asimismo, este monitoreo digital omnipresente altera negativamente las dinámicas intrafamiliares al posicionar a los cuidadores como vigilantes continuos de la conducta de los menores a través de proxies tecnológicos de hardware (Schweiger, 2025).

De manera paralela, la intervención tecnológica en la población de adultos mayores se enfoca en viabilizar el paradigma de envejecer en el hogar (*Aging in Place*), garantizando la preservación de la identidad, la dignidad y la seguridad individual del sujeto dentro de su hábitat cotidiano (Wiles et al., 2011). No obstante, la mitigación de los riesgos físicos inherentes a la senescencia suele colisionar de manera directa con la intimidad familiar.

Para evitar esta vulnerabilidad, se impone el diseño de arquitecturas asistenciales basadas en un soporte estrictamente no intrusivo y pasivo que resguarde éticamente la intimidad corporal del dependiente en zonas de alta sensibilidad habitacional (Sidibé y Gersey, 2024). De este modo, la tecnología se integra de manera transparente en la vivienda, garantizando la privacidad y el ejercicio de la autodeterminación que viabilizan el bienestar autónomo del adulto mayor (Pani-Harreman et al., 2021).

Consecuentemente, el despliegue de la solución propuesta resuelve esta tensión estructural traduciendo los fundamentos éticos y jurídicos en reglas lógicas de negocio automatizadas en el backend: se implementa la regla del Silencio Algorítmico para resguardar la confidencialidad espacial del menor, evitando el envío o almacenamiento persistente de coordenadas en servidores centrales (Shevchenko y Reips, 2024), y se despliegan modelos inerciales no visuales basados en Autoencoders (Khan y Taati, 2017) para asistir las contingencias biomédicas del adulto mayor sin alterar su rutina ni someterlo a esquemas de observación constantes.

3.2. Gestión de Tecnologías de la Información y Modelos de Negocio

La viabilidad institucional y comercial de implementar plataformas avanzadas de teleasistencia móvil requiere fundamentar las decisiones de diseño sobre los modelos de gestión de TI, la evolución sectorial de las telecomunicaciones y los paradigmas de ingeniería de servicios. La orquestación y el despliegue de soluciones cognitivas capaces de procesar flujos masivos de eventos exigen estructurar arquitecturas elásticas y agnósticas que optimicen los recursos de red, supriman los riesgos de cautividad tecnológica y maximicen el valor estratégico percibido por los consumidores finales.

3.2.1. Ecosistemas Digitales Convergentes

El modelo de cadena de valor sectorial postula que la industria de las telecomunicaciones experimenta una transición fundamental desde una gestión tradicional centrada en la conectividad de la red física hacia un paradigma orientado de forma directa a la provisión de servicios digitales unificados (Tan y Zeng, 2009). Bajo este enfoque de transformación competitiva, las operadoras redefinen sus estructuras para integrar recursos sociales y de

información complejos, consolidando servicios de alto valor agregado (VAS) que dan respuesta a las demandas prácticas e inmediatas de los usuarios (Tan y Zeng, 2009).

En el panorama tecnológico global contemporáneo, esta evolución corporativa se tipifica empíricamente como la maduración estratégica de compañía de telecomunicaciones (Telco) a compañía de tecnología digital (Techco) (World Economic Forum, 2025). A través de este salto organizativo, las organizaciones capitalizan sus centros de datos y sus redes para diversificar de forma sostenible sus fuentes de ingresos, ofreciendo modelos de Inteligencia Artificial como Servicio (AIaaS) y soluciones analíticas verticales directamente orientadas a las necesidades reales de los hogares y los negocios locales (World Economic Forum, 2025).

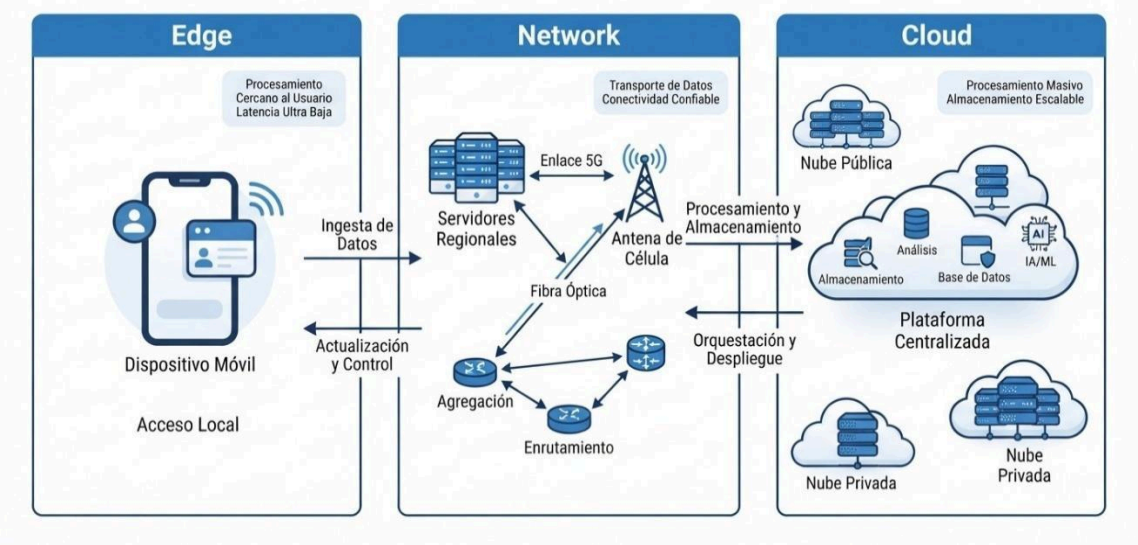
Para dar soporte y sostenibilidad a este nivel de oferta digital, la infraestructura debe transicionar de manera ineludible hacia el paradigma de los ecosistemas digitales convergentes, definidos como el acoplamiento unificado entre la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas (IoT), el almacenamiento en la nube y las telecomunicaciones móviles avanzadas, generando comportamientos adaptativos emergentes (A. Mehmood et. al, 2025). En este estado integrado, el ecosistema coordinado exhibe capacidades de respuesta y toma de decisiones automatizadas que superan de manera sistémica y holística la suma de las capacidades individuales de sus componentes aislados (A. Mehmood et. al, 2025).

La gestión eficiente de los flujos masivos de datos dentro de este entorno convergente se modela mediante el despliegue de infraestructuras distribuidas conocidas como el "Continuo de Computación" (*Compute Continuum*), una arquitectura jerárquica que abarca una cadena de recursos distribuida desde el borde extremo (constituido por los dispositivos portátiles y sensores periféricos del usuario) hasta la nube centralizada (Roumeliotis y colaboradores, 2025). Esta topología permite asignar de manera dinámica la ejecución de las tareas en función de las restricciones de latencia, el procesamiento matemático de los algoritmos y la capacidad de ancho de banda disponible (Roumeliotis y colaboradores, 2025).

Para comprender la jerarquía operativa y el flujo de servicios dentro de este ecosistema convergente, se presenta la Figura 1, donde se ilustra cómo se organiza el procesamiento de datos desde los puntos terminales hasta la infraestructura centralizada:

Figura 1

Arquitectura técnica Edge-Cloud



Nota. Esquema jerárquico de la distribución de carga entre dispositivos perimetrales, red y nube, fundamentando la arquitectura de la solución. Fuente: Elaboración propia.

Esta infraestructura distribuida resulta una condición técnica estricta cuando el ecosistema se orienta al monitoreo preventivo y al cuidado de personas vulnerables, requiriendo conexiones inalámbricas de alta estabilidad subyacentes y plataformas de persistencia seguras capaces de garantizar la inmutabilidad de los perfiles frente a accesos no autorizados (A. Mehmood et al., 2025).

3.2.2. Estrategias de Retención y Fidelización de Clientes

En la actual industria de los servicios móviles y de consumo digital, la retención de clientes enfrenta una crisis sistémica derivada de la comoditización de la conectividad plana, registrándose altos niveles de frustración en los usuarios debido a la falta de consistencia y personalización en el ecosistema de atención de sus proveedores tradicionales (Accenture, 2025).

En consecuencia, el anclaje sostenible de los suscriptores (*stickiness*) ya no se logra compitiendo por tarifas o precios de infraestructura base, sino que exige redefinir radicalmente la relación corporativa hacia un modelo centrado en la vida cotidiana, donde la compañía se posiciona como un asesor digital de confianza que resuelve problemas reales mediante experiencias unificadas (Accenture, 2025). Para instrumentalizar operativamente esta transición comercial, la literatura estratégica postula la adopción del modelo de "conserjería personal" (personal concierge), transformando la atención reactiva basada en reclamos en un centro de valor proactivo y predictivo que se anticipa a las necesidades de seguridad y conectividad de los hogares para afincar la lealtad a largo plazo (World Economic Forum, 2025).

La base psicológica que explica cómo estos servicios proactivos de valor agregado logran fidelizar al usuario se fundamenta en la teoría del Valor Percibido por el Cliente (*Customer Perceived Value - CPV*), habiéndose comprobado que el CPV actúa como un mediador clave y significativo en la relación entre las estrategias digitales y la retención efectiva del cliente (Romagia et al., 2025). El valor que un usuario percibe de una plataforma incorpora una dimensión fuertemente emocional; cuando un servicio digital eleva este indicador a través de una experiencia de uso que evoca sentimientos de satisfacción y felicidad, se incrementa de forma directa la motivación del suscriptor para continuar interactuando con la marca a largo plazo (Romagia et al., 2025).

A este componente afectivo se le suma el principio psicológico del control cognitivo percibido, el cual ejerce un impacto indirecto sobre la satisfacción general del usuario al ser mediado por la percepción de calidad del sistema (Salamah et al., 2022). Proporcionar plataformas móviles estructuradas que le devuelvan al individuo la certidumbre sobre los pasos de su interacción y reduzcan la ambigüedad en la toma de decisiones dentro de la interfaz, fomenta una evaluación mental positiva que promueve de manera directa la intención de volver a utilizar el servicio contratado (Salamah et al., 2022).

Para materializar este control cognitivo en las interfaces, la integración de innovaciones algorítmicas impacta críticamente en la gestión avanzada de las relaciones, permitiendo estructurar experiencias altamente personalizadas que optimizan el compromiso del usuario (*engagement*) e incrementan la confianza en la marca (Pereira et al., 2025).

3.2.3. Interoperabilidad y Estandarización en IoMT

En el diseño y despliegue de plataformas complejas de teleasistencia, la conectividad física de los dispositivos en la red no garantiza el funcionamiento conjunto si se mantiene la barrera de la "incompatibilidad semántica", configurada cuando los modelos de datos y los esquemas de información utilizados por los diferentes fabricantes resultan disímiles y heterogéneos (Noura et al., 2019).

Esta fragmentación ontológica provoca que los sistemas propietarios no puedan cooperar de forma dinámica ni automática al poseer comprensiones e indexaciones dispares de las mismas variables físicas, imposibilitando que un backend unificado interprete correctamente la telemetría recolectada (Noura et al., 2019).

Para superar esta barrera semántica sin comprometer la velocidad de respuesta ante emergencias vitales, la arquitectura técnica debe incorporar capas de abstracción localizadas; depender de recursos centralizados en la nube pública para realizar tareas de normalización y traducción genera cuellos de botella severos, alta latencia de red y congestión, factores críticos que resultan perjudiciales para los casos de uso asistencial que exigen respuestas en tiempo real (Jaleel et al., 2020).

Como solución metodológica, se propone el despliegue de interfaces distribuidas y agentes de middleware directamente en el borde perimetral móvil, permitiendo que los terminales colaboren localmente para realizar análisis léxicos, sintácticos y semánticos, traduciendo de manera eficiente los formatos propietarios antes de transmitir cualquier reporte consolidado (Jaleel et al., 2020).

La adopción de estos estándares abiertos y perfiles de datos interoperables constituye asimismo una estrategia institucional ineludible frente a los riesgos del secuestro corporativo. En la gestión de sistemas de información, se define como "Bloqueo Técnico" (*Technical Lock-in*) a aquella situación operativa donde un proveedor de tecnología impone APIs propietarias y protocolos cerrados que no pueden transferirse fácilmente a otras plataformas de la competencia, obligando a las organizaciones a depender de las funciones y actualizaciones exclusivas de esa marca de mercado (Alhosban et al., 2024).

Simultáneamente, el "Bloqueo de Datos" (*Data Lock-in*) se configura cuando las estructuras de almacenamiento pertenecen exclusivamente al fabricante, forzando transformaciones y reestructuraciones lógicas masivas que conllevan tiempos y costos de ingeniería prohibitivos para la organización en caso de migración (Alhosban et al., 2024). Para mitigar este riesgo de cautividad técnica y comercial, la literatura contemporánea recomienda la planificación estratégica de nubes híbridas o multi-nube como alternativa de resiliencia frente a los proveedores (Alhosban et al., 2024).

De manera específica, en el ámbito sanitario se aconseja estructurar un almacenamiento híbrido de salud digital que combine el control soberano sobre los repositorios de información críticos dentro de la infraestructura privada local del operador con la elasticidad y recursos bajo demanda de nubes públicas de terceros (Patel y Sutaria, 2026). Esta distribución híbrida otorga al sistema máxima flexibilidad, resiliencia ante caídas de red, interoperabilidad sistémica y total independencia corporativa ante fabricantes internacionales (Patel y Sutaria, 2026)

3.2.4. Paradigmas de Redes Inteligentes y Programabilidad Celular

Para que la conmutación y el aprovisionamiento prioritario de canales de comunicación en situaciones de emergencia crítica resulten viables, la infraestructura de software debe superar el modelo de aplicaciones móviles aisladas y acoplarse con las capacidades profundas de la red inteligente de telecomunicaciones (Tan y Zeng, 2009).

La interacción programática entre el backend de la plataforma y el núcleo celular (Core) se viabiliza mediante la abstracción de capacidades expuestas a nivel global (World Economic Forum, 2025). La iniciativa global GSMA Open Gateway proporciona un marco de estandarización universal que unifica y federa el acceso a las funciones internas del operador de red mediante APIs abiertas y homogéneas (Fortinet, 2023).

Para implementar técnicamente estas especificaciones comerciales universales, la arquitectura se apoya en el marco interoperable del proyecto de código abierto CAMARA, liderado globalmente por la Linux Foundation, el cual faculta a las aplicaciones para consumir recursos críticos del Core móvil sin exigir costosas o inflexibles modificaciones de hardware (HCLTech, s.f.).

Al momento de confirmarse una anomalía física severa de alta prioridad, el backend interactúa inmediatamente con estas APIs celulares estandarizadas de la iniciativa Open Gateway para solicitar un canal prioritario sobre la celda radioeléctrica correspondiente a la localización del dispositivo portátil (Fortinet, 2023). En consonancia con este requerimiento, el sistema demanda la asignación reactiva de recursos dinámicos de Calidad de Servicio (QoS) bajo demanda (Siddiqi et al., 2019). El operador de red procesa la instrucción en tiempo real y reasigna dinámicamente las prioridades espectrales, degradando temporalmente el tráfico de datos secundarios no esenciales dentro de la celda de telefonía para asegurar una latencia ultra-baja y máxima confiabilidad en la transmisión del evento de alerta (Siddiqi et al., 2019).

Una vez garantizados los parámetros de calidad del canal de emergencia, la infraestructura celular asume el rol de agente de servicios multimedia (service broker) utilizando el Subsistema Multimedia IP (IMS) (Nosirov et al., 2022). Este estándar arquitectónico, desarrollado originalmente por el 3rd Generation Partnership Project (3GPP), está diseñado para administrar, enrutar y establecer flujos de comunicaciones multimedia unificadas de voz de alta definición, video y mensajería sobre redes de conmutación de paquetes basadas enteramente en el protocolo IP (Nosirov et al., 2022). Dentro de esta arquitectura convergente, el Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP) se consolida como el estándar de señalización de red indispensable para establecer, controlar, modificar y finalizar las sesiones de comunicación en tiempo real entre los terminales y los servidores de aplicación del operador celular (Nosirov et al., 2022).

3.3. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático

El procesamiento de flujos masivos de eventos y series temporales procedentes de entornos asistenciales plantea un desafío metodológico complejo debido a la escasez de señales etiquetadas en tiempo real para entrenar los modelos (Amrani et al., 2022). En este escenario, la Inteligencia Artificial se operacionaliza mediante el diseño de agentes autónomos capaces de procesar el contexto, tomar decisiones autónomas y prescindir de la lógica programada o las configuraciones estáticas de negocio tradicionales (World Economic Forum, 2025). Para asimilar patrones lógicos en entornos de movilidad, el sistema se apoya en el análisis de datos de localización provistos por la red del operador celular (World Economic Forum, 2025) ,

combinándolos con el procesamiento no supervisado de datos cinemáticos e inerciales capturados directamente por los dispositivos portátiles del usuario (Amrani et al., 2022).

3.3.1. Fundamentos del Aprendizaje Profundo No Supervisado

Para canalizar y depurar la información multidimensional cruda que proviene de los dispositivos portátiles, el aprendizaje profundo se consolida como el paradigma idóneo al estructurar redes neuronales complejas capaces de extraer de forma autónoma patrones latentes y correlaciones espaciotemporales (Amrani et al., 2022). El dominio matemático de estas arquitecturas requiere de los fundamentos del álgebra lineal continua, abstrayendo las variables en matrices densas para optimizar los cálculos de inferencia.

En la caracterización de hábitos, la literatura destaca la implementación de Autoencoders recurrentes diseñados para comprimir la señal de entrada en un espacio de representación de baja dimensionalidad, para luego reconstruir la secuencia original bajo una estrategia de múltiples tareas (*multi-task strategy*) (Amrani et al., 2022). Este proceso de compresión y descompresión fuerza al sistema a retener exclusivamente las características matemáticas más significativas de la rutina familiar ordinaria, aislando el ruido inherente a los entornos dinámicos y fundamentando la viabilidad de establecer perfiles de normalidad altamente personalizados (Amrani et al., 2022).

3.3.2. Reconcomiendo de Actividad Humana (HAR)

La captura pasiva de parámetros cinemáticos en entornos domésticos prescinde de infraestructuras biomédicas cerradas o de hardware propietario invasivo al aprovechar la sensibilidad técnica de los sensores inerciales integrados por defecto en los teléfonos inteligentes comerciales, tales como el acelerómetro y el giroscopio (Khatun et al., 2022). El procesamiento eficiente de estas señales inerciales tridimensionales exige decodificar variaciones numéricas continuas que evolucionan con gran rapidez en el espacio, requiriendo el despliegue de redes neuronales profundas híbridas basadas en el acoplamiento de capas convolucionales y recurrentes (Khatun et al., 2022).

Las capas de Redes Neuronales Convolucionales (CNN) se emplean con el propósito de procesar datos con topología en cuadrícula y extraer de forma automatizada las características morfológicas de la señal dentro de ventanas temporales segmentadas (Khatun et al., 2022).

Posteriormente, la salida del bloque convolucional se canaliza de forma directa hacia redes de Memoria a Corto y Largo Plazo (LSTM), cuyas capas recurrentes actúan como la memoria cronológica del sistema, manipulando el contexto histórico de las activaciones para comprender la secuencia biomecánica global y capturar sus dependencias a largo plazo (Khatun et al., 2022)

3.3.3. Modelado de Linea Base Conductual y Detección de Anomalías

Debido a la naturaleza dinámica de los hogares, el establecimiento de una línea base de normalidad familiar representa un reto analítico derivado de la variabilidad temporal de las actividades de la vida diaria (Shaikh et al., 2026). Para capturar de manera fidedigna estas regularidades de comportamiento, la literatura científica propone la adopción de modelos matemáticos del tipo Semi-Markov, los cuales permiten estructurar de forma probabilística la duración y periodicidad de las conductas ordinarias de un individuo, superando las restricciones de las distribuciones exponenciales tradicionales (Shaikh et al., 2026).

Una vez consolidado este perfil conductual de referencia a largo plazo, el sistema contempla la identificación instantánea de accidentes o contingencias físicas imprevistas mediante el uso de redes Autoencoder bajo un paradigma no supervisado de clasificación de una sola clase, entrenando al modelo de forma exclusiva con los datos normales de las rutinas del propio usuario (Khan & Taati, 2017)

La teoría matemática subyacente radica en aprender una función de identidad que minimice el error de reconstrucción al cuadrado; ante la ocurrencia de un impacto físico severo o colapso, el Autoencoder resulta incapaz de reconstruir de forma fidedigna la señal inédita de impacto, elevando exponencialmente el error cuadrático medio (MSE) por encima del umbral de calibración local y clasificando el evento como una anomalía crítica de alta prioridad (Khan & Taati, 2017)

3.3.4. Procesamiento Descentralizado (Edge Computing)

Para garantizar la fiabilidad absoluta de las respuestas en situaciones de emergencia vital, la arquitectura del ecosistema asistencial debe resolver el desafío del tráfico masivo de datos. Como demuestran Mrozek et. al (2020) , transmitir las señales de los sensores a una frecuencia continua de 100 Hz genera un tráfico superior a los 33 Megabytes diarios por cada dispositivo monitorizado, lo que representa una carga insostenible para redes móviles masivas.

Este flujo ininterrumpido provoca cuellos de botella severos en las puertas de enlace de la nube (Cloud gateways) al escalar el servicio, limitando drásticamente la cantidad de terminales que pueden conectarse en paralelo de acuerdo con las pruebas de rendimiento por niveles de servicio dadas por Mrozek et. al (2020).

Frente a esta vulnerabilidad operativa en las telecomunicaciones, la descentralización del cómputo hacia el borde extremo de la red (Edge Computing) (delegando las tareas analíticas directamente en los dispositivos finales del usuario) se consolida como una arquitectura imperativa. Esta topología reduce el volumen de datos transmitidos en un factor superior a 10 al conmutar a transmisiones reactivas basadas en eventos, optimizando la capacidad del sistema y suprimiendo la dependencia de una conectividad remota continua, conforme a los balances de transferencia de Mrozek et. al (2020)

Para hacer viable la ejecución de estas redes neuronales de aprendizaje profundo en terminales de hardware comercial de recursos limitados (particularmente en términos de volatilidad de memoria RAM y autonomía energética de la batería), la literatura especializada en computación perimetral exige incorporar técnicas de compresión y eficiencia algorítmica desde la fase de diseño teórico (Google AI Edge, s. f.).

El primer constructo analítico de optimización corresponde a la cuantización de parámetros (*parameter quantization*), un proceso que consiste en reducir la precisión matemática utilizada para representar los pesos y sesgos de la red neuronal (usualmente transformando valores de punto flotante de 32 bits a enteros de 8 bits), lo que contrae de forma drástica el tamaño físico del archivo binario del modelo y acelera los cálculos matemáticos locales de inferencia con una pérdida marginal de precisión predictiva (Google AI Edge, s. f.). Un segundo constructo de compresión, complementario en la literatura de optimización, se operacionaliza mediante la poda de parámetros (*pruning*), una estrategia que elimina de manera selectiva aquellas neuronas o conexiones cuya contribución matemática al resultado predictivo resulta insignificante.

A nivel de software, esta optimización y despliegue perimetral se materializa adoptando entornos de ejecución de alto rendimiento diseñados de forma específica para plataformas de borde, destacando la idoneidad del framework universal LiteRT (Google AI Edge, s. f.). Bajo esta arquitectura desacoplada, los modelos analíticos de clasificación de anomalías se diseñan y

entrenan inicialmente en servidores centralizados de alta capacidad computacional para, una vez alcanzada la precisión predictiva deseada, ser convertidos a formatos eficientes y portables (Google AI Edge, s. f.). Este modelo aligerado se integra de manera directa en el código nativo de la aplicación móvil del usuario, brindando compatibilidad multiplataforma tanto para sistemas operativos Android como iOS (Google AI Edge, s. f.).

Este enfoque de despliegue permite que la inferencia de las anomalías cinemáticas o colapsos se ejecute completamente dentro del dispositivo perimetral en segundo plano, minimizando el consumo de energía y aprovechando las capacidades de aceleración por hardware local a través de las Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU) o Unidades de Procesamiento Neuronal (NPU) integradas en los procesadores móviles contemporáneos (Google AI Edge, s. f.).

3.4. Tecnologías de Geolocalización y Diseño de Interacción

La integración de metodologías de conciencia contextual y diseño de interfaces dentro de las plataformas de asistencia digital exige comprender cómo el espacio físico, el flujo de datos y la atención humana interactúan de forma dinámica. En este ámbito, el diseño de la interacción debe apoyarse en la teoría del diseño no intrusivo de interfaces para estructurar una experiencia de usuario que sea social y contextualmente consciente de su entorno (Rebelo, 2025).

En el marco de la Interacción Humano-Computadora (HCI), el éxito operativo de estos sistemas distribuidos no depende de forma exclusiva de la robustez algorítmica de los motores analíticos de fondo, sino de la coherencia metodológica con la que se presenta la información, respetando los límites cognitivos, emocionales y sensoriales del sujeto para evitar que la tecnología domine sus interacciones, genere estrés o rompa las dinámicas de su rutina cotidiana (Rebelo, 2025).

3.4.1. Geofencing Dinámico e Intervenciones Adaptativas

Para materializar la conciencia espacial sin recurrir a un geoseguimiento continuo y punitivo que sature las redes y degrade la privacidad, la literatura técnica convalida la implementación de arquitecturas basadas en perímetros virtuales o geovallas (Geofencing), de acuerdo con la propuesta metodológica de Dennis Flynn y Haklin Kimm (2023). Esta técnica

restringe la captura activa de coordenadas a zonas geográficas delimitadas, liberando al ecosistema de la persistencia de datos de localización innecesarios y resguardando la intimidad de las personas en sus traslados ordinarios (Flynn y Kimm, 2023).

El uso de estos límites espaciales transforma estructuralmente a la plataforma en un entorno de Intervenciones Adaptativas Justo a Tiempo o Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAI), un modelo avanzado de salud móvil analizado por Inbal Nahum-Shani y colaboradores (2018) en el cual el cruce de una geocerca actúa como una variable de adaptación dinámica.

Estas variables de contexto alimentan las reglas de decisión de la intervención para especificar de forma autónoma qué tipo de alerta ofrecer, a qué actor o destinatario de la red de asistencia notificar y en qué ventana temporal exacta, conforme a la estructura de reglas de decisión de Nahum-Shani et al. (2018). Como mecanismo ergonómico para mitigar el agotamiento neurocognitivo del receptor, las reglas lógicas de un modelo JITAI incorporan la opción explícita de inacción programada o "no proveer intervención" (provide nothing), garantizando que las notificaciones ocurran estrictamente ante desvíos reales y neutralizando de raíz la carga mental y la fatiga que inducen las alarmas tecnológicas redundantes (Nahum-Shani et al., 2018).

3.4.2. Diseño No Intrusivo y Tecnología Calma

El despliegue de plataformas de supervisión continua e ininterrumpida en entornos familiares introduce el desafío operativo calificado como la carga de tratamiento (*treatment burden*), definida teóricamente como el impacto de las demandas y el volumen de trabajo del cuidado sobre el bienestar cognitivo, físico y psicosocial de los usuarios (Eton et al., 2012). Bajo este marco conceptual, cuando un sistema impone demandas frecuentes que exceden la capacidad del individuo, se rompe el equilibrio y se provocan interrupciones críticas en el proceso de cuidado (Eton et al., 2012). Para neutralizar esta sobrecarga en el ámbito tecnológico, los principios de la Tecnología Calma formulados por Mark Weiser y John Seely Brown (1995) postulan que las soluciones inteligentes no deben competir de forma constante por la atención consciente del ser humano, sino que deben operar de manera periférica integrándose fluidamente en su hábitat. El fundamento neurocognitivo de este enfoque radica en permitir que el flujo de información transite sin esfuerzos entre el centro de la atención del cerebro y la periferia sensorial (Weiser y Brown, 1995). Al situar el flujo ordinario en la periferia atencional, la

plataforma propuesta permite que el usuario se sintonice de manera intuitiva y subconsciente con el estado de bienestar de su familiar mediante indicadores semafóricos simplificados (Nivel Verde), evitando interrumpir sus labores productivas principales (Weiser y Brown, 1995). Con este propósito, el motor algorítmico permanece invisible en un plano de supresión visual durante las rutinas normales; un patrón de diseño fundamentado en la estrategia de priorizar la información esencial para el contexto, relegando lo secundario al fondo y eliminando lo no esencial para resguardar la tranquilidad de la interfaz (Rebelo, 2025). De este modo, la información solo es convocada al centro del foco consciente ante una emergencia confirmada (Nivel Rojo), disparando alertas multimodales adaptativas —como notificaciones por voz sintetizada, vibraciones hápticas y destellos visuales— que establecen una relación de ubicación (*locatedness*) y le devuelven el sentido de control situacional al cuidador sándwich sin dominar de forma asfixiante su atención (Weiser y Brown, 1995).

3.5. Gobernanza de Datos, Marco Normativo y Bioética

El despliegue de plataformas móviles de teleasistencia inteligente en el ámbito local se encuentra supeditado a un riguroso marco jurídico e institucional que regula el tratamiento y procesamiento electrónico de la información de los usuarios. En el escenario de la ingeniería de software aplicada a la seguridad familiar, la gobernanza de datos constituye un pilar fundacional que delimita las capacidades analíticas de los sistemas; el diseño arquitectónico y la recolección algorítmica deben operar bajo condiciones técnicas estrictas de seguridad e integridad que impidan el uso de datos para finalidades incompatibles, garantizando la preservación de la intimidad y los derechos fundamentales de las personas monitorizadas (Ley N.º 25.326, 2000).

3.5.1. Marco Normativo Argentino sobre Datos Sensibles

La Ley N° 25.326 de Protección de Datos Personales clasifica de forma taxativa a los registros vinculados con la salud física o mental como datos sensibles, exigiendo el consentimiento expreso de los titulares para su recolección y posterior almacenamiento en repositorios automatizados (Ley N.º 25.326, 2000) . Sin embargo, el procesamiento pasivo y continuo que ejecutan los modelos modernos de aprendizaje automático plantea retos interpretativos profundos frente a esta legislación clásica, la cual evidencia un desfasaje estructural al depender de un consentimiento de carácter puramente estático que resulta

insuficiente para proteger eficazmente la intimidad frente al perfilado ininterrumpido (García Gómez, 2025) .

Para resolver este vacío normativo sin desatender la protección física ante contingencias, la emisión automatizada de alertas críticas se coordina estrechamente con las disposiciones de la Ley N.º 26.529 de Derechos del Paciente, Historia Clínica y Consentimiento Informado (Ley N.º 26.529, 2009)). Si bien esta norma ampara la autonomía y la confidencialidad de los sujetos, la propia legislación prevé excepciones explícitas a la exigencia de este consentimiento cuando median cuadros de emergencia médica o peligro inminente para la vida o la salud del individuo (Ley N.º 26.529, 2009).

3.5.2. Privacidad desde el Diseño

En el desarrollo de ecosistemas basados en algoritmos predictivos, el resguardo de la confidencialidad exige adoptar como estándar fundacional de ingeniería el principio de responsabilidad proactiva, definido como la obligación estructural que tienen los desarrolladores de anticiparse e interceptar los riesgos de vulnerabilidad antes de que se produzcan incidentes en producción (García Gómez, 2025). En el plano de la arquitectura de software, este mandato se operacionaliza mediante la integración sistemática de medidas de privacidad desde el diseño y por defecto desde las fases tempranas del modelado de datos (García Gómez, 2025).

Para materializar estas salvaguardas de forma automatizada en el código de la plataforma, el flujo analítico se rige por el principio de minimización de datos (García Gómez, 2025) . Este estándar técnico restringe la captura y retención exclusivamente a aquella información cierta, adecuada, pertinente y no excesiva respecto de la finalidad preventiva del cuidado, en estricta consonancia con las exigencias del marco regulatorio argentino (Ley N° 25.326, 2000) .

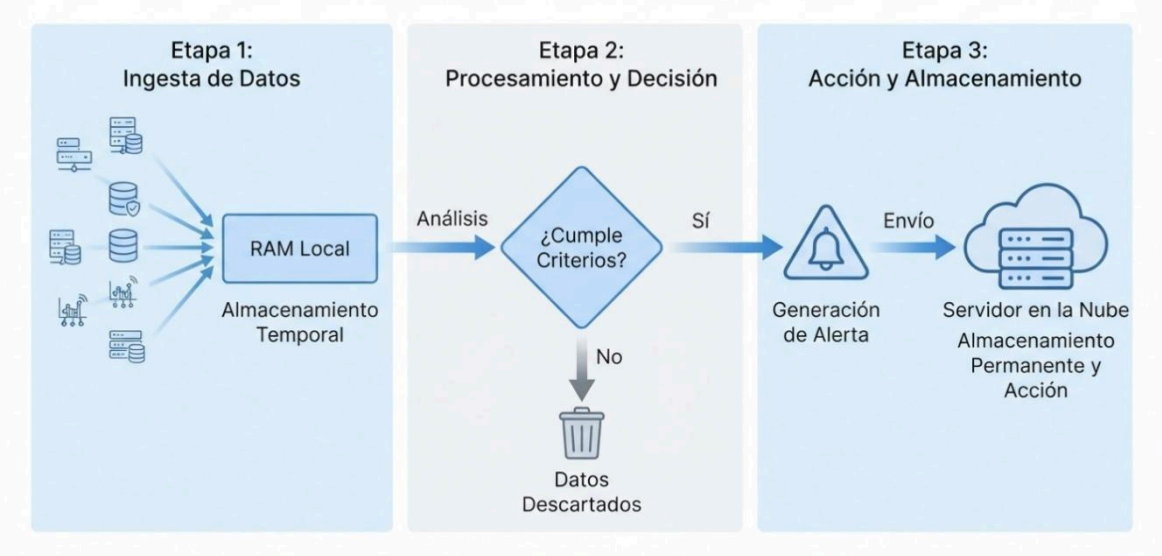
Asimismo, este estándar técnico impone una limitación temporal severa sobre el ciclo de vida de las métricas crudas de movimiento y posicionamiento (García Gómez, 2025). El principio de minimización exige algorítmicamente que las series de tiempo tridimensionales se procesen de manera efímera y transitoria en la memoria RAM volátil del smartphone concentrador (García Gómez, 2025). Si las lecturas se validan dentro de la línea base ordinaria, el log se destruye automáticamente, impidiendo su almacenamiento histórico o centralización masiva en nubes públicas (García Gómez, 2025).

Esta destrucción inmediata de la telemetría en el borde perimetral actúa como una salvaguarda técnica proactiva que protege el derecho a la autodeterminación informativa de las familias en entornos de salud digital, evitando que el monitoreo continuo de variables físicas degenere en un perfilado automatizado del comportamiento cotidiano del dependiente (Véliz, 2025).

Esta implementación técnica se sintetiza en la Figura **2**, que ilustra el flujo operativo del ciclo de vida del dato bajo el paradigma de minimización.

Figura 2

Diagrama del ciclo de vida de los datos y flujo de procesamiento



Nota. Esquema operativo que detalla la ingesta temporal, el análisis de criterios y la gestión del almacenamiento de los datos en la arquitectura del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el diagrama, el sistema actúa como un filtro inteligente estructurado en tres etapas críticas: primero, la ingesta temporal de datos en memoria RAM volátil; segundo, una fase de análisis lógico donde se evalúa si la información cumple con los criterios de riesgo —procediendo al descarte inmediato de datos no relevantes—; y finalmente, la generación de alertas que solo trascienden a la nube cuando la criticidad del evento lo exige. Este enfoque

garantiza que la infraestructura no acumule registros históricos indiscriminados, limitando el almacenamiento permanente exclusivamente a eventos de valor clínico o de seguridad.

4. Propuesta a Implementar

4.1. Recursos Tecnológicos

La viabilidad operativa y la escalabilidad de la plataforma inteligente de seguridad familiar propuesta se fundamentan en un esquema arquitectónico puramente móvil estructurado bajo el modelo de Software como Servicio (SaaS). Esta arquitectura se configura como un servicio de valor agregado (VAS) diseñado para capitalizar y rentabilizar los activos de red e infraestructura de telecomunicaciones preexistentes (Tan y Zeng, 2009). Con este propósito, el diseño tecnológico delega la adquisición de telemetría inercial y cinemática de forma exclusiva en los smartphones convencionales y en los dispositivos vestibles (*wearables*) de consumo masivo que los integrantes del núcleo familiar ya poseen y operan en sus rutinas ordinarias (Lupión et al., 2025). Esta estrategia de aprovechamiento de la infraestructura existente e interoperabilidad agnóstica de hardware resulta indispensable para mitigar las ineficiencias y los altos costos de integración asociados a los silos propietarios en salud (Pournik et al., 2023). Asimismo, el empleo de terminales y sensores comerciales genéricos (*commodity*) evita fallas y discontinuidades abruptas en el mercado asistencial ante la salida o desabastecimiento de proveedores específicos, garantizando la viabilidad técnica y la sostenibilidad operativa a largo plazo de las soluciones desplegadas (AAL Association, 2025).

4.1.1. Dispositivos de Adquisición Perimetral

El smartphone del usuario controlado opera como el nodo central de adquisición inercial y concentrador perimetral de comunicaciones de la red familiar. El terminal registra de manera pasiva y en segundo plano las dinámicas espaciales del sujeto mediante la lectura continua de sus sensores inerciales integrados, tales como el acelerómetro y giroscopio triaxial (Alshammari y Albalawi, 2024).

La combinación de estos flujos cinemáticos tridimensionales proporciona las firmas morfológicas necesarias para alimentar localmente los algoritmos de clasificación de actividades (Khatun et al., 2022). Este procesamiento de fondo se ejecuta bajo un modelo de supervisión "ciego" que prescinde de registros fotográficos o capturas de video, lo que valida la supresión de

hardware médico cerrado y resguarda éticamente la intimidad corporal de los dependientes en zonas de alta sensibilidad habitacional (Lupión et al., 2025).

Para enriquecer el contexto conductual y capturar indicadores fisiológicos preventivos, la plataforma propuesta establece un canal de comunicación inalámbrico de corto alcance entre el smartphone y el wearable de muñeca utilizando el protocolo de bajo consumo Bluetooth Low Energy (BLE). En este esquema técnico, el reloj inteligente actúa como un nodo complementario que recopila de manera ininterrumpida variables de salud base del sujeto, registrando la frecuencia cardíaca promedio mediante sensores ópticos de fotopletismografía. Estos metadatos biométricos se transmiten periódicamente al smartphone concentrador en segundo plano, conformando el perfil preventivo del usuario sin demandar registros manuales o sobrecargas de tratamiento que afecten su adherencia tecnológica (F. Mehmood et al., 2025).

4.1.2. Procesamiento Local Perimetral (Edge-AI)

Para neutralizar los cuellos de botella de disponibilidad y anular las latencias de transmisión de redes públicas, la plataforma adopta una topología de computación perimetral móvil o Mobile Edge Computing (MEC) (Jayousi et al., 2025). Esta arquitectura distribuye de forma descentralizada la ejecución de la lógica analítica y las funciones del motor predictivo directamente en los terminales de los usuarios controlados, evitando el tránsito continuo de registros crudos en redes públicas (Ghadi et al., 2024).

Al ejecutar los algoritmos de detección en el propio entorno perimetral, se garantiza que las señales inerciales tridimensionales de movimiento y las capturas térmicas no tengan que transmitirse de forma continua a servidores externos vulnerables, protegiendo de manera proactiva la privacidad y garantizando un control estricto sobre la gobernanza y confidencialidad de la información familiar (Lupión et al., 2025). La viabilidad técnica de ejecutar redes neuronales profundas híbridas de aprendizaje profundo dentro de los terminales de consumo masivo con restricciones físicas de memoria RAM y autonomía energética se resuelve mediante la incorporación de optimizaciones algorítmicas integradas en el código nativo de la aplicación.

El software se apoya en el entorno de ejecución de alto rendimiento LiteRT, implementando modelos predictivos comprimidos mediante técnicas de cuantización de

parámetros que reducen la precisión matemática de los pesos y sesgos desde punto flotante de 32 bits a enteros de 8 bits (Google AI Edge, s. f.). El binario optimizado incorpora asimismo rutinas de poda de conexiones o pruning para aligerar la estructura de la red antes de su compilación definitiva (Google AI Edge, s. f.).

Este enfoque de despliegue multiplataforma para sistemas Android e iOS minimiza significativamente el consumo de recursos de procesamiento en el terminal móvil durante la ejecución pasiva en segundo plano (Lupión et al., 2025) , logrando una alta eficiencia energética mediante un esquema de inferencia perimetral local que optimiza drásticamente el uso de hardware en comparación con los modelos centralizados en la nube (Prabha et al., 2026).

En consonancia con los marcos de responsabilidad proactiva en salud digital, esta arquitectura de software aplica reglas estrictas de minimización y purga temporal de datos desde su diseño de base (Véliz, 2025). Bajo esta directriz legal, las series temporales de aceleración y velocidad angular se procesan de manera estrictamente efímera dentro de la memoria RAM volátil del teléfono móvil. Si las actividades cinemáticas calculadas se validan estables y se mantienen dentro de los umbrales de la línea base de hábitos normales del dependiente, el registro numérico se destruye de forma automática e inmediata, cumpliendo con la exigencia jurídica de conservar los datos únicamente durante el tiempo indispensable para su finalidad preventiva (García Gómez, 2025).

Consecuentemente, el software propuesto restringe la persistencia histórica o la transmisión centralizada de telemetría ordinaria hacia las bases de datos de la operadora móvil, resguardando la intimidad del hogar y activando la comunicación con servidores externos de forma exclusiva ante la inferencia confirmada de una anomalía crítica de alta jerarquía o caída (Lupión et al., 2025).

4.1.3. Almacenamiento, Procesamiento Efímero y Nube Híbrida

La soberanía de los datos y el control de la infraestructura de teleasistencia constituyen pilares fundamentales para mitigar la dependencia técnica, comercial y financiera hacia un único proveedor multinacional de servicios en la nube, riesgo categorizado como vendor lock-in.

Para abordar estratégicamente el riesgo de dependencia tecnológica en el almacenamiento masivo de datos, la literatura especializada convalida la adopción de topologías de nube híbrida

como una solución eficaz para descentralizar la infraestructura y dotarla de flexibilidad, evitando que la organización quede atrapada en las estructuras de tarifas rígidas de un entorno público cerrado (Alhosban et al., 2024). Bajo este enfoque arquitectónico, la plataforma propuesta diseña un esquema de almacenamiento híbrido adaptado al ámbito sanitario, lo que permite a la operadora de telecomunicaciones retener el control directo sobre los repositorios locales privados de información crítica, distribuyendo dinámicamente las cargas de procesamiento hacia recursos elásticos bajo demanda en la nube pública conforme expiran los plazos de uso frecuente de los registros (Patel y Sutaria, 2026).

Esta distribución adaptativa e inteligente de las bases de datos incrementa la resiliencia general del ecosistema mediante mecanismos de redundancia local ante caídas de red, al tiempo que optimiza de forma drástica los costos de escalabilidad del almacenamiento masivo a largo plazo (Patel y Sutaria, 2026). Finalmente, para garantizar la legitimidad del tratamiento en estos repositorios centralizados, el modelado de datos de la plataforma se rige por un marco estricto de privacidad desde el diseño y minimización de la información, cumpliendo de forma proactiva con las directrices internacionales más exigentes en materia de salud digital (Véliz, 2025).

De acuerdo con el marco regulatorio argentino, las plataformas digitales de salud están jurídicamente obligadas a procesar únicamente aquella información personal que resulte cierta, adecuada, pertinente y no excesiva respecto de la finalidad para la cual fue recabada (Ley N.º 25.326, 2000). Por consiguiente, la arquitectura técnica de la plataforma propuesta rechaza el almacenamiento persistente o la centralización histórica de las series numéricas inerciales tridimensionales de acelerómetro y giroscopio en bruto.

En su lugar, el software propuesto operacionaliza el principio de minimización de datos —que exige conservar la información únicamente durante el tiempo indispensable para cumplir con su propósito preventivo (García Gómez, 2025) — procesando estas señales cinemáticas de manera estrictamente temporal en la memoria RAM volátil del smartphone concentrador para clasificar su estado físico, destruyendo de inmediato el registro numérico de entrada una vez derivado el resultado de estabilidad. Esta autodeterminación informativa se complementa con salvaguardas éticas en salud digital que exigen limitar el tratamiento de variables sensibles y biográficas a la mínima expresión necesaria para garantizar la autonomía, confidencialidad y protección del sujeto (Véliz, 2025).

De este modo, la persistencia de datos en el backend se limita exclusivamente a registros de eventos agregados de alta jerarquía, historiales de conmutación de alertas y telemetría básica del hardware que no comprometen la intimidad del hogar. Para estructurar este repositorio masivo de forma eficiente, el sistema propuesto canaliza estos datos digeridos hacia almacenes de datos analíticos orientados a columnas; este filtrado de variables e información sintetizada en la interfaz resulta indispensable para ajustarse a los límites de la memoria de trabajo humana, evitando la sobrecarga de información y el consecuente desgaste cognitivo del cuidador familiar (Arnold et al., 2023).

Bajo el enfoque de diseño de la plataforma propuesta, la representación de la información se depura sistemáticamente en el backend para eliminar duplicaciones o formatos inconsistentes; esta lógica técnica de curación adopta de forma análoga los flujos metodológicos de filtrado de duplicados y estandarización documental recomendados para la gestión estructurada de bases de datos de conocimiento (AAL Association, 2025).

De este modo, la base de datos de la aplicación móvil almacena perfiles consolidados que asocian indicadores fisiológicos promedio, tales como la frecuencia cardíaca media diaria y la duración general del descanso de los usuarios. Esta arquitectura de procesamiento perimetral (edge computing) localiza el análisis cinemático de los sensores inerciales dentro de la red del hogar, permitiendo disparar las alarmas sin necesidad de exponer o transmitir las señales de movimiento en bruto a través de internet, lo que resguarda estrictamente la privacidad del dependiente (Lupión et al., 2025).

La simplificación y presentación intuitiva de estas métricas sintetizadas en el tablero de control de la interfaz resulta fundamental para mitigar la sobrecarga de información y reducir la carga cognitiva del operador, garantizando que el equipo de soporte familiar pueda supervisar el estado del usuario de forma ágil y con un menor índice de fatiga o error (Arnold et al., 2023).

4.1.4. Arquitectura de Integración Celular

La conmutación celular y el aprovisionamiento prioritario de canales de comunicación en situaciones de emergencia crítica constituyen el núcleo de la resiliencia operativa de la plataforma. Para que la respuesta ante eventos de salud graves sea viable en entornos reales, la infraestructura tecnológica de la solución propuesta supera el modelo tradicional de aplicaciones

móviles aisladas; el diseño de software se acopla de manera flexible a las capacidades profundas de la red, superando las limitaciones impuestas por las infraestructuras rígidas tradicionales mediante la separación del canal de transporte y la lógica del servicio (Tan y Zeng, 2009). Bajo este enfoque de diseño, la plataforma familiar propuesta se concibe teóricamente como un Servicio de Valor Agregado (*Value-Added Service o VAS*) integrado de forma directa en la infraestructura del operador celular, lo que permite aprovechar las conexiones de red existentes como plataformas base para desplegar aplicaciones ricas que resuelvan demandas de alta sensibilidad social (Tan y Zeng, 2009).

Este acoplamiento estratégico permite transitar de un esquema de telecomunicaciones tradicional basado en conectividad plana hacia un modelo de red inteligente y programable; esta arquitectura de automatización perimetral permite la desagregación de capas de red tradicionales para proponer un aprovisionamiento dinámico de recursos capaz de adaptarse dinámicamente ante situaciones de alta demanda crítica (World Economic Forum, 2025). Bajo este enfoque, la plataforma propuesta ampara su lógica de respuesta ante emergencias de riesgo de vida en dicha programabilidad. La interacción programática entre el servidor del backend y el núcleo celular (Core) se realiza mediante la abstracción de capacidades de red expuestas globalmente. En este sentido, la iniciativa GSMA Open Gateway proporciona el marco de estandarización universal indispensable para unificar el acceso a las funciones internas de los operadores de telecomunicaciones de manera federada, permitiendo que las aplicaciones consuman las capacidades de la red de forma interoperable y programable mediante un punto único de acceso universal (Fortinet, 2023).

De esta forma, las empresas desarrolladoras y plataformas de software pueden consumir recursos críticos del operador móvil de manera homogénea e interoperable (Fortinet, 2023). Para implementar técnicamente estas especificaciones comerciales universales, la arquitectura se apoya en el marco interoperable del proyecto de código abierto CAMARA, liderado y gestionado globalmente por la Linux Foundation (HCLTech, s. f.).

El consumo de estas APIs estandarizadas permite a la plataforma solicitar dinámicamente recursos del operador ante emergencias, emitiendo instrucciones directas que eliminan la necesidad de realizar costosas adaptaciones en la infraestructura de hardware (HCLTech, s. f.). Al momento de confirmarse un "Nivel Rojo" debido a una anomalía física severa y tras expirar el

temporizador de gracia, el backend de la plataforma activa el protocolo de conmutación prioritario.

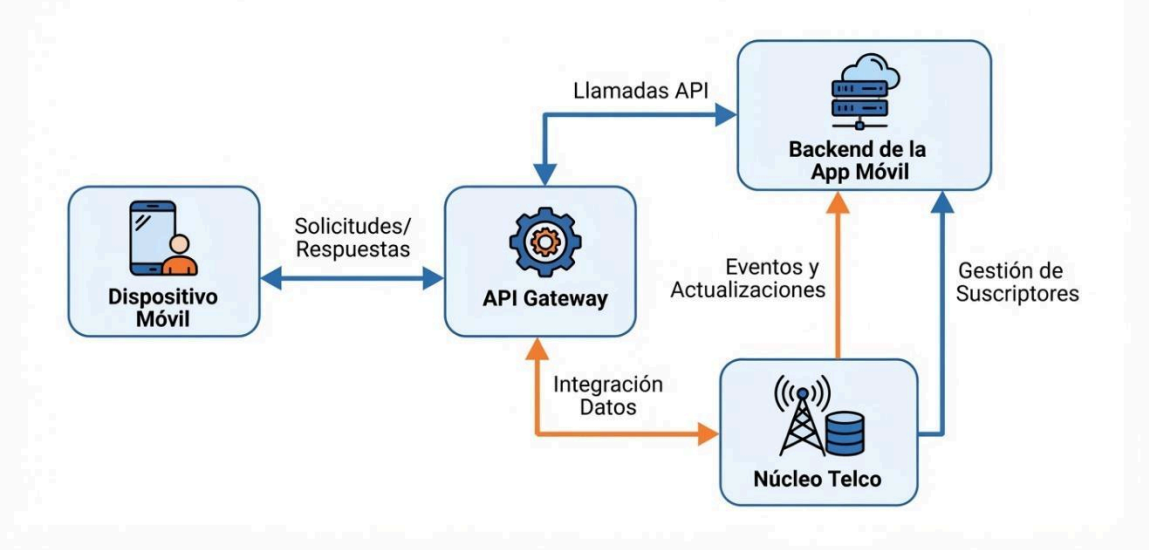
El sistema interactúa inmediatamente con las APIs celulares abiertas de la iniciativa Open Gateway para solicitar una canalización prioritaria sobre la celda de red radioeléctrica correspondiente a la ubicación física del usuario controlado (Fortinet, 2023). El operador de red procesa esta solicitud en tiempo real y reasigna dinámicamente las prioridades aplicando políticas de Calidad de Servicio (*Quality of Service - QoS*) bajo demanda (Siddiqi et al., 2019). Este mecanismo celular priorizado asegura una latencia ultra-baja y una confiabilidad extrema en el canal de comunicación, condiciones de red indispensables cuando la integridad física del sujeto se encuentra comprometida (Siddiqi et al., 2019).

La articulación programática entre el backend de nuestra plataforma y el núcleo celular constituye la capa de integración estratégica que viabiliza estas operaciones bajo demanda. Esta comunicación, facilitada por interfaces abiertas que abstraen la complejidad de la infraestructura de red, permite consumir recursos de conectividad y gestión de suscriptores de manera ágil y estandarizada.

Como se ilustra en la Figura **3**, la arquitectura emplea un *API Gateway* como intermediario para centralizar y unificar las llamadas de servicio, asegurando que la interacción entre el backend de la aplicación y el Núcleo Telco ocurra de forma segura, eficiente y desacoplada.

Figura 3

Arquitectura de sistema para la integración de APIs



Nota. Diagrama de la arquitectura de comunicación programática que ilustra el flujo de solicitudes entre el dispositivo móvil, el API Gateway, el backend de la aplicación y el Núcleo Telco para la gestión de eventos y suscripciones. Fuente: Elaboración propia.

Para ello, el operador degrada de forma dinámica el espectro asignado a cargas de datos secundarios no esenciales dentro de la celda de telefonía correspondiente, garantizando de manera proactiva la estabilidad del canal prioritario (Siddiqi et al., 2019). Una vez garantizados los parámetros de calidad del canal de emergencia, la operadora móvil asume el rol de agente de servicios multimedia (*service broker*) utilizando el Subsistema Multimedia IP (IMS). El estándar arquitectónico IMS administra y enruta los flujos de comunicaciones de voz de alta definición a través de redes de conmutación de paquetes (Nosirov et al., 2022).

A través de esta infraestructura de conmutación unificada, la plataforma fuerza el establecimiento automático de una llamada telefónica bidireccional directa sobre el terminal

móvil del usuario controlado pasivo (Nosirov et al., 2022). Al enrutarse de forma prioritaria directamente sobre el núcleo IP, la red celular es capaz de forzar la apertura física del altavoz integrado del smartphone a su volumen máximo (Nosirov et al., 2022). Esta intrusión técnica de emergencia habilita un canal de comunicación manos libres autónomo que le permite al cuidador administrar auxilio acústico y contención de manera inmediata sin demandar que el adulto mayor accidentado deba desplazarse o presionar la pantalla (Nosirov et al., 2022).

4.2. Definición de Perfiles de Usuario y Niveles de Supervisión

La estructuración adaptativa de los perfiles de acceso de la plataforma responde a la necesidad de flexibilizar las interfaces de asistencia tradicionales, unificando funciones bajo un ecosistema convergente que mitiga de forma directa el tecnoestrés derivado de la dispersión de herramientas (Ragu-Nathan et al., 2008).

Para neutralizar el desgaste neurocognitivo del operador familiar y la sobrecarga en la interpretación de variables complejas, el sistema centraliza sus operaciones de backend mediante una jerarquía de perfiles asimétricos con reglas de supervisión específicas (Eppler & Mengis, 2004). Esta segmentación funcional e informática de las cuentas se apoya en un diseño de software balanceado, concebido éticamente para resguardar la privacidad y la gobernanza de la información sin desatender la protección física ante contingencias médicas (Véliz, 2025).

Para guiar los flujos lógicos del desarrollo, la Tabla 1 sistematiza la estructura de los perfiles del ecosistema móvil, vinculando el origen de los datos físicos, el motor de inteligencia artificial y los patrones de interfaz con sus respectivos marcos de soporte legal en la República Argentina.

Tabla 1

Estructura funcional de los perfiles de usuario del sistema

Dimensión de Diseño	Cuidador Sándwich (Administrador)	Perfil Junior (Controlado Adaptativo)	Perfil Senior (Controlado Pasivo)
Rol en el Ecosistema	Nodo central de visualización táctica y toma de decisiones.	Superficie de supervisión preventiva ante riesgos del entorno físico y digital.	Red de seguridad física e inercial no intrusiva dentro del hogar.

Origen de Datos (Inputs)	Consultas de voz e informes analíticos agregados.	APIs nativas de geovallas y telemetría de interacción en segundo plano.	Señales inerciales tridimensionales crudas de acelerómetro y giroscopio.
Lógica Analítica (IA)	Agente de Explicabilidad Analítica (XAI) conversacional.	Algoritmos de geofencing dinámico con calendario adaptativo y JITAI.	Red híbrida CNN-LSTM y Autoencoder no supervisado local.
Patrón de Interfaz (UX/UI)	Dashboard unificado semaforizado con pestañas dinámicas.	Aplicación invisible en background con botón de asistencia vial.	Diseño "ciego" sin cámaras, cuenta regresiva visual y llamada manos libres.
Fundamento Ético y Legal	Mitigación de la sobrecarga informativa bajo la Ley N° 25.326.	Preservación de la confidencialidad y la autonomía progresiva relacional.	Promoción del Aging in Place y de la intimidad bajo la Ley N° 26.529.

Nota. Estructura funcional sugerida para el perfilado multigerencial de la plataforma familiar. Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia en la Figura 4, la interfaz principal del cuidador ha sido diseñada para centralizar la supervisión del 'Círculo de Cuidado'. Este panel unificado permite al usuario administrador visualizar el estado operativo de cada dependiente de manera inmediata, proporcionando una visión consolidada que reduce la carga cognitiva al evitar la dispersión entre múltiples aplicaciones.

Figura 4

Interfaz de usuario: Dashboard principal de la aplicación



Nota. Representación visual de la pantalla principal o "Círculo de Cuidado", detallando el estado de seguridad y la última actividad registrada de los perfiles Junior y Senior. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Reglas Lógicas Operativas del Perfil Junior

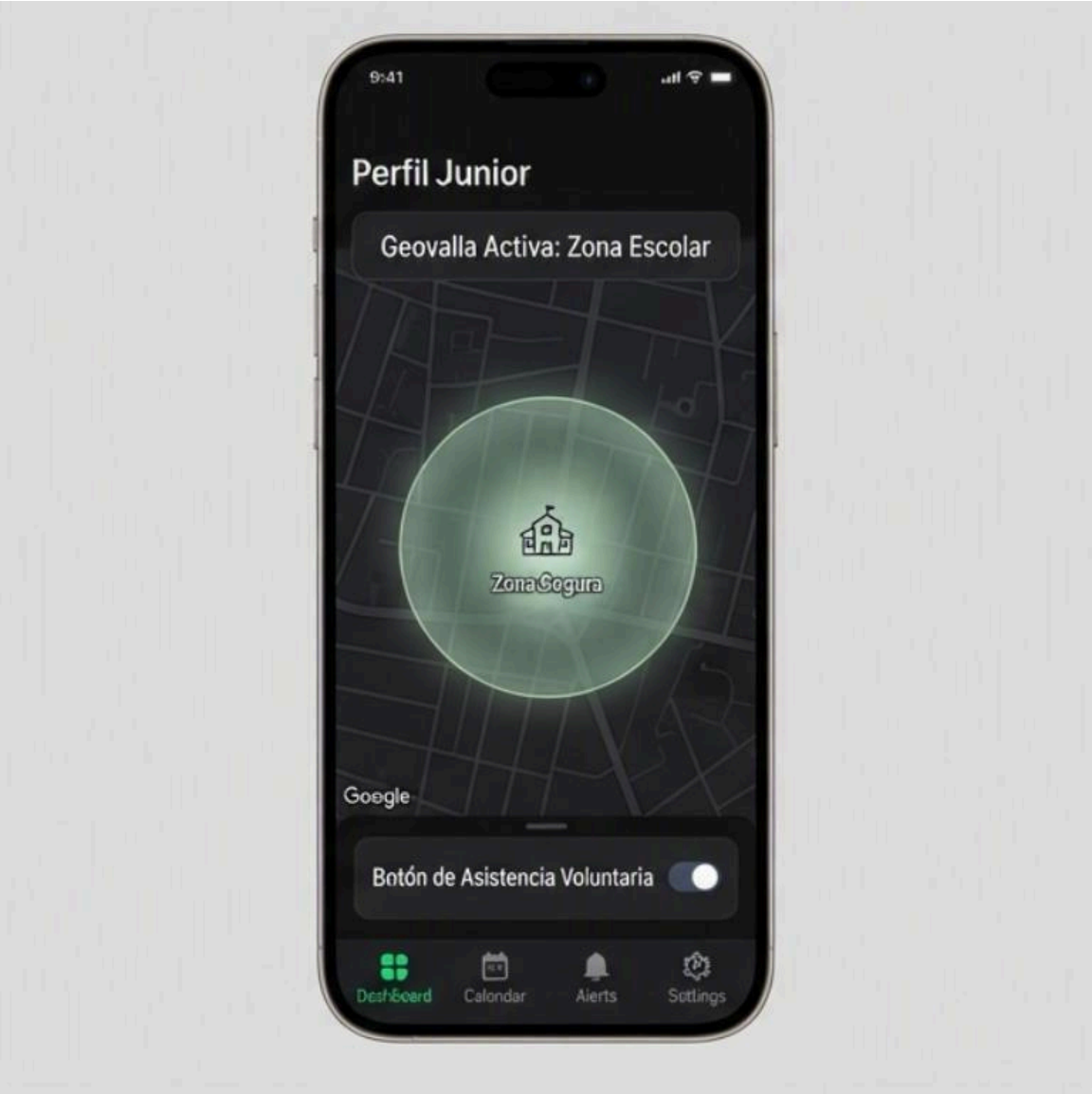
El Perfil Junior se diseña operativamente para implementar una supervisión preventiva que sustituye los esquemas tradicionales de control parental intrusivos y panópticos por una lógica de acompañamiento digital de fondo (Schweiger, 2025). Para resguardar los lazos de confianza familiar y mitigar los riesgos psicocognitivos asociados a una vigilancia digital omnipresente, el software trabaja de manera periférica omitiendo la fiscalización constante de contenidos (Andrés Mata et al., 2024).

Para operacionalizar este flujo de datos, el procesamiento de las métricas de interacción del menor se gestiona mediante Intervenciones Adaptativas Justo a Tiempo o Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAI), un marco metodológico que utiliza información contextual en tiempo real para adaptar dinámicamente el tipo y grado de asistencia (Nahum-Shani et al., 2018). Bajo esta directriz, el procesamiento de las variables permanece latente en segundo plano, activando mecanismos explícitos de notificación de manera determinista exclusivamente ante la ocurrencia comprobada de una vulnerabilidad (Nahum-Shani et al., 2018).

La delimitación de la zona de seguridad espacial del menor se gestiona mediante algoritmos de geovallas dinámicas agendadas que modelan de forma flexible su espacio de actividad diaria (Tobin et al., 2023). En lugar de aplicar perímetros fijos que restringen artificialmente el movimiento, el backend configura geocercas temporales que se ajustan automáticamente a su cronograma académico, restringiendo el radio seguro al área del establecimiento durante el horario escolar y expandiéndolo durante los períodos de ocio (Shevchenko & Reips, 2024). Para viabilizar este monitoreo pasivo sin comprometer la autonomía energética del hardware portátil, la aplicación móvil invoca las librerías nativas de monitoreo de regiones de los sistemas operativos (Shevchenko & Reips, 2024). Este enfoque metodológico evita la ejecución activa de consultas continuas al sensor GPS de alta potencia, delegando el registro ordinario a triangulaciones de bajo consumo (Flynn & Kimm, 2023).

Tal como ilustra la Figura **5**, la interfaz adaptada para este perfil permite la configuración y visualización de geovallas dinámicas, tales como la 'Zona Escolar'. El diseño del mapa simplifica la interpretación espacial, permitiendo al cuidador verificar la ubicación del menor dentro de límites definidos y acceder a controles de asistencia voluntaria sin incurrir en esquemas de vigilancia invasiva.

Figura 5
Interfaz de usuario: Vista de monitoreo para Perfil Junior



Nota. Interfaz específica del perfil Junior que exhibe la configuración de geovalla activa (zona escolar) y la funcionalidad de Botón de Asistencia Voluntaria, permitiendo al cuidador supervisar la seguridad del usuario. Fuente: Elaboración propia.

El resguardo de la confidencialidad espacial se consolida técnicamente mediante la regla del "Silencio Algorítmico", aplicando políticas lógicas de minimización cuantitativa y temporal desde el diseño (García Gómez, 2025). Mientras la telemetría confirme que el menor permanece

dentro de los límites espaciales y de tiempo autorizados, el sistema opera bajo una política de inacción y destrucción inmediata de logs de posición históricos (García Gómez, 2025). El backend prohíbe de forma explícita persistir o enviar al panel del cuidador las coordenadas de geolocalización exactas en tiempo real, traduciendo la estabilidad en un indicador semafórico estable en Verde (García Gómez, 2025).

De forma paralela, la mitigación de riesgos en el entorno digital —como el acoso virtual y la sobreexposición a contenidos nocivos— se aborda aplicando un análisis indirecto de metadatos de hardware que prohíbe el escaneo de chats privados o imágenes (Schweiger, 2025). El motor registra pasivamente patrones agregados de interacción, tales como la duración acumulada del uso de aplicaciones de entretenimiento en franjas nocturnas restrictivas (Andrés Mata et al., 2024). Si se detecta un comportamiento anómalo persistente que sugiera riesgos digitales o alteraciones graves del descanso, el sistema conmuta el perfil a "Nivel Amarillo" de alerta preventiva de manera silenciosa y sin exponer contenidos, preservando la intimidad del menor (Andrés Mata et al., 2024).

La resiliencia operativa de este perfil se complementa con reglas lógicas de optimización de hardware y personalización de la interfaz. El software integra un monitoreo preventivo de la energía que detecta de manera automatizada cuando el nivel de batería desciende por debajo de un umbral crítico del 15%. Ante esta condición, el sistema conmuta de forma autónoma el dispositivo a un modo de ahorro inercial, reduciendo la frecuencia de actualización de las geovallas para proteger el funcionamiento del teléfono y enviando una alerta preventiva de hardware (Nivel Amarillo) al panel del cuidador sándwich. Asimismo, la plataforma permite al administrador utilizar selectores de funciones o Feature Toggles que flexibilizan los umbrales algorítmicos horarias según las dinámicas de cada fin de semana, permitiendo apagar selectivamente las alertas de uso nocturno de redes sociales durante los viernes y sábados. Finalmente, la interfaz del junior dispone de un tablero de transparencia que le muestra explícitamente qué reglas de geovallas se encuentran vigentes en su agenda de bienestar diaria y un botón de asistencia vial discreto para enviar reportes manuales de posición geográfica de forma voluntaria ante emergencias físicas urbanas reales.

4.2.2. Reglas Lógicas Operativas del Perfil Senior

La configuración del Perfil Senior se estructura para promover la permanencia autónoma del adulto mayor en su propio hogar (*Aging in Place*) de manera activa y segura (Wiles et al., 2011). Con el propósito de mitigar los riesgos de accidentes domésticos sin violentar la privacidad dentro de la vivienda, la plataforma adopta una política de monitoreo no visual basada en sensores inerciales de captura indirecta, erradicando el uso de videovigilancia o tratamientos de imágenes invasivos (Sidibé & Gersey, 2024). Bajo este enfoque, la telemetría pasiva se delega en los smartphones convencionales y en los wearables de muñeca de uso diario, eliminando la carga cognitiva y física de operar dispositivos dedicados (Lupión et al., 2025).

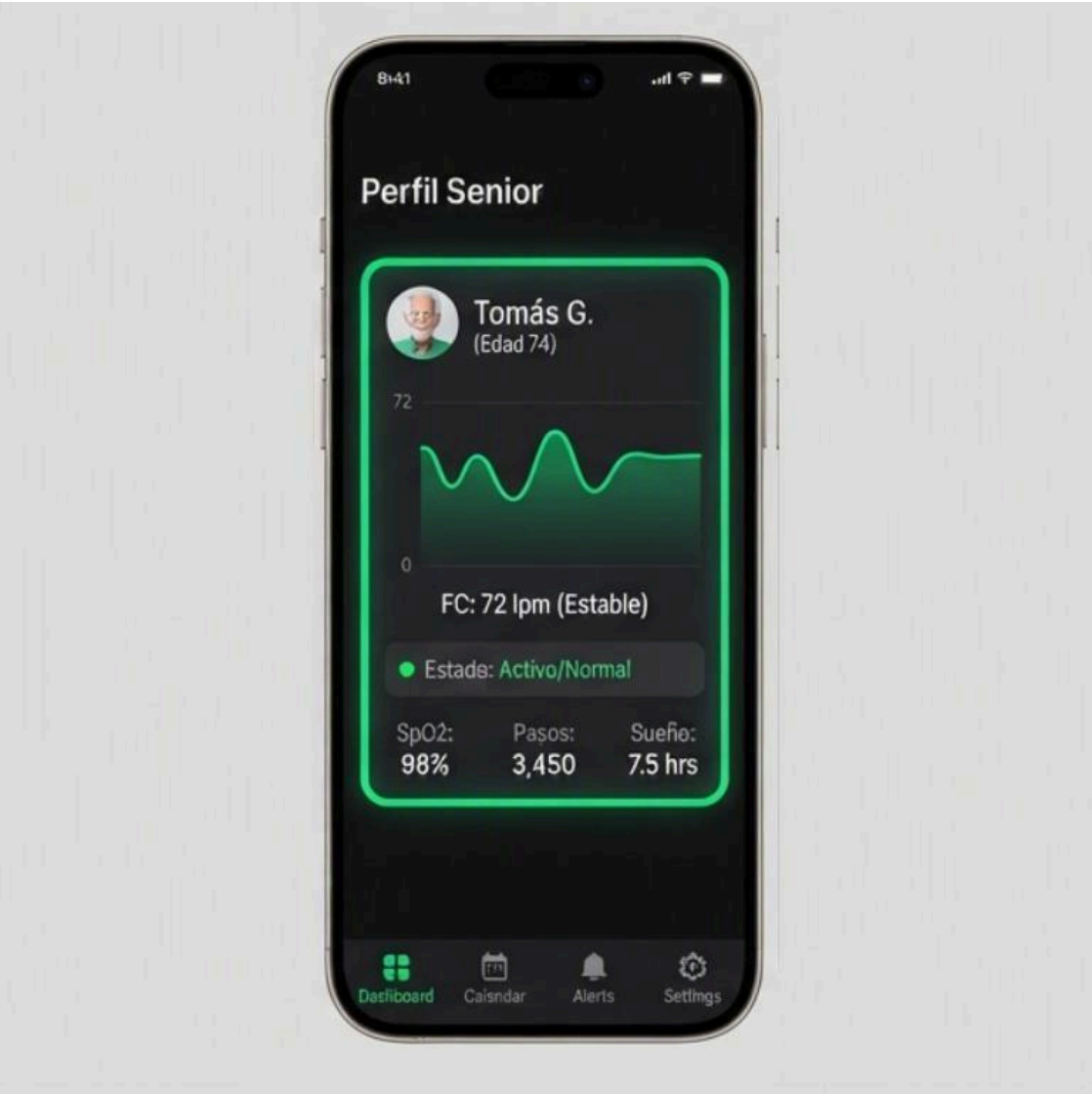
El primer componente del perfil lo constituye el motor de Reconocimiento de Actividad Humana (HAR), diseñado para identificar pasivamente las rutinas cotidianas del usuario mediante la lectura continua del acelerómetro triaxial y el giroscopio integrados (Alshammari & Albalawi, 2024). Para procesar estas señales de series de tiempo, el motor ejecuta una red neuronal híbrida profunda de tipo convolucional y recurrente, donde las capas convolucionales (CNN) extraen las características morfológicas más relevantes dentro de ventanas temporales segmentadas (Khatun et al., 2022). Posteriormente, las capas de memoria a corto y largo plazo (LSTM) capturan la cronología para mapear secuencialmente actividades como caminar, sentarse, levantarse o permanecer en reposo (Khatun et al., 2022).

El segundo pilar analítico está integrado por el motor de Detección de Caídas por Reconstrucción, que opera bajo un enfoque de aprendizaje profundo no supervisado mediante un Autoencoder de una sola clase entrenado de forma exclusiva con las rutinas normales del propio usuario (Khan & Taati, 2017).

Complementando la detección de anomalías, la interfaz orientada al adulto mayor prioriza la estabilidad biométrica, como se observa en la Figura **6**. Este tablero presenta de forma clara indicadores clave como la frecuencia cardíaca (FC), el nivel de saturación de oxígeno (SpO2) y el seguimiento de actividad física, brindando una lectura rápida del bienestar general y permitiendo detectar desviaciones en la rutina cotidiana del adulto mayor sin necesidad de intervenciones manuales constantes.

Figura 6

Interfaz de usuario: Vista de monitoreo para Perfil Senior



Nota. Interfaz específica del perfil Senior que exhibe indicadores de salud en tiempo real, permitiendo al cuidador supervisar el estado fisiológico y de actividad del usuario. Fuente: Elaboración propia.

Al presentarse un impacto físico severo o colapso, el Autoencoder resulta matemáticamente incapaz de reconstruir la señal inédita de impacto extremo (Duque Granda, 2025). Esta inconsistencia eleva exponencialmente el error cuadrático medio (MSE) de

reconstrucción por encima del umbral de calibración local, clasificando el evento como una anomalía crítica (Duque Granda, 2025). Esta alteración inercial conmuta el estado de la entidad de forma automática a "Nivel Rojo" de emergencia, iniciando el protocolo de integración de conmutación prioritaria sobre la red celular (Lupión et al., 2025).

Ante la confirmación de una emergencia, la plataforma interrumpe el flujo normal para requerir la atención inmediata del cuidador. La Figura **7** muestra la interfaz de emergencia desplegada ante la detección de un evento crítico; este diseño prioriza la claridad visual y facilita la toma de decisiones mediante opciones directas para cancelar la alerta o, en caso de persistencia del riesgo, forzar una comunicación bidireccional inmediata.

Figura 7

Interfaz de usuario: Pantalla de alerta ante detección de caída



Nota. Interfaz crítica de respuesta ante emergencias que muestra el aviso de "Caída Detectada", el temporizador de cuenta regresiva para evitar falsos positivos y las opciones de interacción inmediata. Fuente: Elaboración propia.

El tercer componente predictivo corresponde al motor de Geovallas de Seguridad y Detección de Vagabundeo (Wandering Behavior), orientado a mitigar riesgos de desorientación

espacial. Para evitar un consumo crítico de batería, el sistema evita el geoseguimiento satelital continuo, operando en segundo plano de manera pasiva (Shevchenko & Reips, 2024). El receptor GPS de alta frecuencia permanece inactivo, utilizando tramas Wi-Fi periféricas y triangulación por antenas de telefonía local, despertando el GPS de alta precisión únicamente cuando se detecta proximidad a los límites virtuales (Shevchenko & Reips, 2024).

La activación de alertas se rige por la correlación entre este límite espacial y una línea base de hábitos temporales modelada probabilísticamente mediante Modelos Semi-Markov, que determinan la regularidad y duración de las actividades diarias del usuario (Shaikh et al., 2026) Si el usuario traspasa el radio seguro en una franja horaria que colisiona drásticamente con sus patrones históricos registrados (como alejarse del hogar a altas horas de la noche cuando su línea base indica reposo), el sistema infiere un estado potencial de extravío (Shaikh et al., 2026). Esta anomalía temporo-espacial transmuta el perfil del usuario controlado a "Nivel Amarillo" (Alerta Preventiva), enviando un reporte al cuidador sándwich sin inducir pánico en el dependiente (Flynn & Kimm, 2023).

4.2.3. Estrategia de Interacción Conversacional e Inteligencia Artificial Explicable (XAI)

La incorporación de un Asistente Conversacional Inteligente en la interfaz del cuidador sándwich actúa como un puente de accesibilidad universal que simplifica la interacción y mitiga la fatiga cognitiva por sobreexposición a datos numéricos (Arnold et al., 2023). Para neutralizar el fenómeno de sobrecarga de información o infobesidad, la plataforma oculta la complejidad del backend de datos inerciales mediante una interfaz de mensajería interactiva basada en lenguaje natural (Eppler & Mengis, 2004).

De este modo, la interacción táctica con el sistema se simplifica, permitiendo al usuario obtener una visión general e intuitiva sobre el bienestar de su núcleo familiar sin demandar un análisis de datos exhaustivo (Arnold et al., 2023). Esta estrategia de interfaz conversacional se diseña bajo la filosofía de la Tecnología Calma, manteniendo el flujo de datos ordinarios en la periferia atencional sensorial del ser humano para permitir una sintonización intuitiva y subconsciente sin interrumpir sus actividades diarias (Weiser & Brown, 1995). El sistema opera de manera invisible en segundo plano mientras las rutinas se validen normales, transicionando

hacia el centro de la atención del cuidador de forma suave y exclusiva únicamente ante la sospecha de una anomalía o evento crítico de salud (Rebelo, 2025).

Para asegurar la transparencia operativa del ecosistema familiar, el chatbot incorpora capacidades avanzadas de Inteligencia Artificial Explicable o Explainable AI (XAI), resolviendo el imperativo ético de equilibrar el potencial predictivo de las redes profundas con la explicabilidad del algoritmo (Gkiolnta et al., 2025). Para ello, la plataforma separa la interpretabilidad técnica de la explicabilidad funcional, orientada a traducir en lenguaje natural accesible los criterios de decisión aplicados por las redes neuronales (Gkiolnta et al., 2025). La justificación semántica de las transiciones semafóricas se genera en tiempo real correlacionando las alertas con la línea base conductual del dependiente (Lupión et al., 2025).

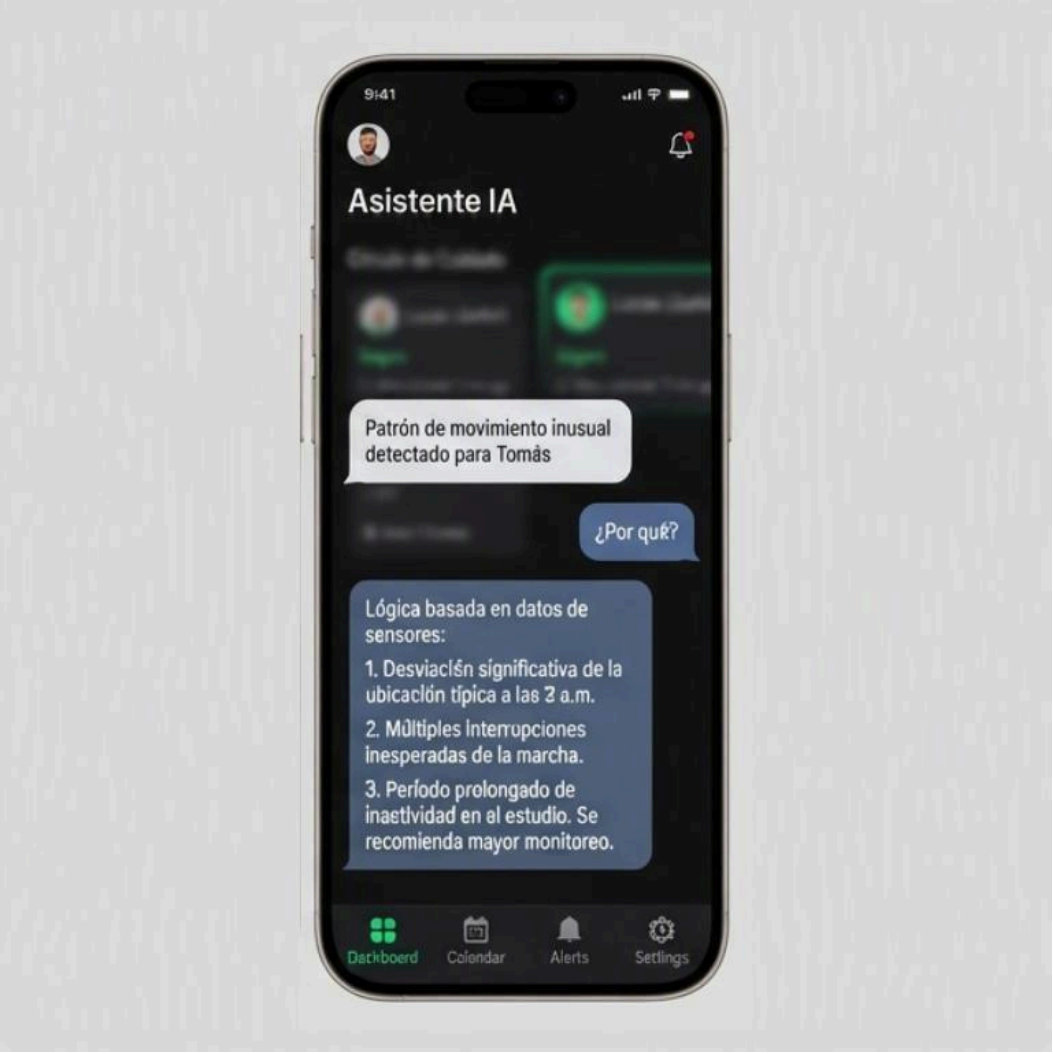
Cuando el backend detecta un comportamiento anómalo que gatilla una alerta preventiva (Nivel Amarillo), el cuidador interroga al asistente conversacional, el cual analiza el historial estructurado de eventos y elabora un resumen explicativo utilizando las atribuciones de características locales de mayor peso predictivo que forzaron la conmutación (Arnold et al., 2023).

El motor de explicabilidad identifica los factores de mayor impacto matemático, justificando la decisión de manera transparente (Ribeiro et al., 2016). Por ejemplo, ante un desvío digital, el chatbot explicará que se registró una actividad inusual en redes sociales durante la madrugada, divergiendo de su agenda habitual de descanso, sin revelar jamás el contenido privado de los chats ni violentar la intimidad del adolescente (Schweiger, 2025)

La interacción mediante lenguaje natural, visualizada en la Figura 8, permite al cuidador solicitar explicaciones sobre el comportamiento del sistema ante situaciones ambiguas. Esta capacidad de consulta fundamenta la confianza en la plataforma, ya que el asistente traduce la lógica compleja de los sensores y los modelos predictivos en justificaciones sencillas y procesables, manteniendo al cuidador informado sobre el contexto de la anomalía sin generar estados de pánico innecesarios.

Figura 8

Interfaz de diseño: Asistente conversacional con Inteligencia Artificial Explicable



Nota. Interfaz del asistente virtual que proporciona explicaciones en lenguaje natural sobre las causas de una alerta, detallando la lógica basada en la interpretación de los datos de los sensores. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el asistente opera como un orquestador semántico de configuraciones inclusivas, garantizando la accesibilidad universal de la plataforma y rompiendo las barreras físicas de las interfaces tradicionales (Lupión et al., 2025). Mediante la integración nativa de síntesis de voz (Text-to-Speech) y reconocimiento de voz (Speech-to-Text), el asistente conversacional traduce los comandos acústicos del cuidador en parámetros y reglas lógicas de la base de datos centralizada, permitiendo que la configuración del sistema se realice por completo mediante la voz (Rebelo, 2025). Así, un cuidador con limitaciones visuales o motoras severas puede ordenar de manera acústica la calibración de umbrales semafóricos o la asignación de prioridades de escalada, asegurando una experiencia de usuario fluida, inclusiva y profundamente comprometida con la dignidad de la persona humana (Gkiolnta et al., 2025).

4.3. Validación Conceptual de Resultados

La validación analítica de los motores de inteligencia artificial y de los patrones de interacción integrados en la plataforma familiar constituye una etapa crítica para garantizar la confiabilidad, precisión y viabilidad del ecosistema asistencial. Dado que el software opera bajo un esquema predictivo continuo para registrar anomalías físicas y desvíos conductuales en segundo plano, la evaluación del rendimiento no puede depender de metodologías heurísticas tradicionales (Duque Granda, 2025).

Los flujos de datos biomédicos e inerciales recolectados se caracterizan por una marcada asimetría de clases, donde los eventos normales representativos de las rutinas cotidianas abarcan más del 99% de los registros, mientras que las verdaderas contingencias críticas constituyen eventos extremadamente aislados (Duque Granda, 2025). Ante este desequilibrio en la distribución de los datos, el uso de la exactitud simple (accuracy) como métrica de éxito es metodológicamente incorrecto, ya que un modelo ingenuo que clasifique sistemáticamente todas las lecturas como estables reportará una exactitud casi perfecta a pesar de omitir el 100% de las situaciones de emergencia real (Duque Granda, 2025).

4.3.1. Métricas de Rendimiento del Motor Predictivo

Para subsanar este sesgo estadístico, la evaluación estructural del clasificador predictivo se instrumenta formalmente sobre una matriz de confusión adaptada al contexto operativo de la

teleasistencia. Esta herramienta organiza matricialmente las predicciones generadas por el algoritmo en el borde perimetral frente a la realidad observada del dependiente, dividiendo los resultados en cuatro cuadrantes operativos: Verdaderos Positivos (caídas detectadas correctamente), Verdaderos Negativos (rutinas normales validadas), Falsos Positivos (falsas alarmas inerciales que inducen fatiga en el cuidador) y Falsos Negativos (emergencias reales no reportadas que comprometen la salud) (Duque Granda, 2025).

La tasa de Verdaderos Positivos o Sensibilidad (Recall) evalúa de forma estricta la capacidad del sistema para capturar la totalidad de los colapsos físicos del adulto mayor (Duque Granda, 2025). En contraste, el Valor Predictivo Positivo o Precisión (Precision) mide la proporción de alertas reales entre el total de despachos emitidos por el backend, lo que permite regular la estabilidad de las alarmas y reducir al mínimo el tecnoestrés del operador familiar (Duque Granda, 2025).

La optimización armónica de estos parámetros se consolida mediante la métrica del F1-Score y la Exactitud Balanceada, penalizando drásticamente a aquellos modelos que descuidan cualquiera de las dos dimensiones para evitar que se priorice la sensibilidad a costa de un volumen inaceptable de falsas conmutaciones del semáforo visual (Duque Granda, 2025). Para obtener un diagnóstico matemáticamente riguroso sobre la calidad predictiva en conjuntos fuertemente desbalanceados, el sistema adopta el Coeficiente de Correlación de Matthews y el Índice Kappa de Cohen (Duque Granda, 2025).

El Coeficiente de Correlación de Matthews (MCC) se establece como el estimador más transparente del rendimiento del clasificador binario, ya que su cálculo matemático integra activamente las proporciones de los cuatro cuadrantes de la matriz de confusión, proporcionando un valor cercano a cero si la predicción no supera al azar (Duque Granda, 2025). En estrecha consonancia, el Índice Kappa de Cohen (κ) evalúa de manera proactiva la concordancia de las predicciones del modelo deduciendo la probabilidad de coincidencia por mera casualidad, garantizando la equidad y resiliencia predictiva de la solución tecnológica (Duque Granda, 2025).

La calibración de la frontera de decisión para la conmutación automática a "Nivel Rojo" de emergencia se rige mediante el análisis de la Curva ROC y su correspondiente Área Bajo la Curva (Duque Granda, 2025). El Área Bajo la Curva (AUC) actúa como el indicador unificado

de referencia; un valor de AUC cercano a 1.0 certifica un poder de discriminación perfecto entre estabilidad y colapso (Duque Granda, 2025). En el caso de los Autoencoders de una clase utilizados para monitorear inercialmente al usuario mayor, este análisis determina el límite exacto del error medio cuadrático de reconstrucción (MSE) por encima del cual la señal se clasifica como anomalía inercial (Khan & Taati, 2017). Este límite probabilístico permite reasignar dinámicamente las prioridades espectrales de la red celular exclusivamente ante accidentes reales, mitigando las tasas de error que degradan la confianza familiar (Lupión et al., 2025).

4.3.2. Estrategia de Evaluación Cualitativa de la Experiencia de Usuario (UX)

La validación de la experiencia de usuario (UX) en un ecosistema de teleasistencia unificado no puede limitarse a auditorías cuantitativas de rendimiento algorítmico, sino que exige comprender cualitativamente la interacción fluida del software en la vida diaria de los administradores. Las herramientas móviles de salud tradicionales suelen exigir interacciones manuales continuas que imponen una elevada carga de tratamiento, generando fatiga cognitiva y abandono prematuro del servicio (Duckworth et al., 2024).

Para evaluar cualitativamente si la plataforma familiar mitiga este desgaste, la estrategia de validación debe medir el comportamiento de la atención humana frente al diseño semaforizado simplificado, analizando cómo interactúa el usuario tanto en el centro como en la periferia de su atención (Weiser & Brown, 1995). La evaluación cualitativa con cuidadores debe certificar que el flujo de información habitual permanece en la periferia sensorial para permitir una sintonización intuitiva y subconsciente con el bienestar familiar sin interrumpir sus actividades cotidianas (Weiser & Brown, 1995).

Asimismo, el protocolo de pruebas debe evaluar si la transición de la interfaz hacia el centro de la atención del cuidador ocurre de forma exclusiva ante alertas críticas confirmadas, garantizando que el software pase del fondo a un primer plano únicamente cuando es imperativo intervenir (Rebelo, 2025). La instrumentación de las pruebas de usabilidad se diseña bajo las directrices del diseño centrado en el usuario, involucrando a los cuidadores sándwich en entrevistas semiestructuradas post-prueba destinadas a recopilar comentarios directos sobre la comprensibilidad y transparencia de la interfaz conversacional (Govea et al., 2024).

Mediante sesiones de observación directa in situ, los evaluadores registran el comportamiento del cuidador ante escenarios de simulación de emergencias, identificando desvíos de atención o barreras invisibles de usabilidad (Rebelo, 2025). El análisis cualitativo debe evaluar específicamente la mitigación de la infobesidad, confirmando si el panel unificado presenta de manera concisa únicamente los indicadores semafóricos consolidados y oculta los datos cinemáticos complejos del backend (Arnold et al., 2023).

En esta dimensión, el uso del chatbot (XAI) se evalúa cualitativamente para confirmar su efectividad como selector inteligente de información que traduce el razonamiento matemático complejo del backend en justificaciones sencillas expresadas en lenguaje natural directo (Gkiolnta et al., 2025). Esta estrategia se complementa de forma estricta con revisiones heurísticas y auditorías de diseño por parte de un panel de expertos, quienes evalúan la consistencia técnica de las explicaciones conversacionales en relación con los modelos predictivos subyacentes del backend (Govea et al., 2024).

Los profesionales en interacción humano-máquina auditan si las estrategias del diseño no intrusivo respetan estrictamente los límites del entorno doméstico y las normas sociales del adulto mayor, previniendo la estigmatización de la persona monitorizada (Rebelo, 2025) Asimismo, esta validación profesional certifica la adherencia a los estándares universales de accesibilidad móvil, verificando el contraste de color semafórico y la legibilidad de las tipografías para garantizar una interacción inclusiva que reduzca la tasa de abandono de los usuarios (Gkiolnta et al., 2025).

Finalmente, se contempla la realización de pruebas de hipótesis controladas o A/B Testing como parte del proceso experimental en entornos simulados. Esta estrategia permitirá comparar de manera objetiva el rendimiento de dos variantes del software expuestas a grupos equivalentes de cuidadores familiares. De este modo, se podrá evaluar de forma empírica el impacto diferencial de la "inacción programada" del modelo JITAI sobre las dimensiones de tecno-sobrecarga y tecno-invasión, demostrando la eficacia del ecosistema para devolver el control cognitivo percibido al administrador familiar sin violentar la autodeterminación informativa de sus dependientes (Romagia et al., 2025).

5. Propuesta de Cronograma y Recursos de Implementación

5.1. Consideraciones Generales y Modelo Comercial

La viabilidad comercial de la plataforma inteligente de seguridad familiar se fundamentan en su inserción estratégica como un Servicio de Valor Agregado (VAS) dentro de la cartera de soluciones digitales de una operadora de telecomunicaciones de la República Argentina. Ante las demandas de modernización tecnológica, la diversificación de ingresos mediante la provisión de servicios cognitivos unificados constituye una estrategia de reconversión corporativa indispensable para sostener el crecimiento institucional (Tan & Zeng, 2009).

Bajo este enfoque, las funcionalidades analíticas de la aplicación se integran directamente a los planes de conectividad celular, telefonía móvil o seguridad del hogar preexistentes, transformando las redes de telecomunicaciones tradicionales en infraestructuras de servicios complejas orientadas a dar respuestas prácticas e inmediatas a los hogares locales (World Economic Forum, 2025). El despliegue de esta solución se apoya en la convergencia de plataformas tecnológicas convergentes, permitiendo un monitoreo conductual continuo en tiempo real que mejora significativamente la seguridad y la gestión de vulnerabilidades físicas dentro del núcleo familiar dependiente (F. Mehmood et al., 2025).

Al operar de forma unificada sobre la red celular, el sistema aprovecha las capacidades de conectividad y la infraestructura física que los usuarios ya poseen, eliminando cualquier tipo de barrera económica por montaje de hardware domótico o de sensores dedicados en la vivienda. Esta integración estratégica permite parametrizar de forma centralizada la sensibilidad de las alertas y resguardar la consistencia de los perfiles familiares, garantizando alta disponibilidad frente a las limitaciones de adopción comercial (F. Mehmood et al., 2025).

La oferta de estas experiencias personalizadas basadas en el cuidado de generaciones simultáneas se constituye como el factor estratégico definitivo para optimizar la gestión de las relaciones de la compañía de telecomunicaciones (Pereira et al., 2025). Al elevar el valor percibido del servicio mediante una solución relevante para el bienestar del hogar, la probabilidad de renovación del suscriptor aumenta de manera concluyente, disminuyendo de forma directa la tasa de abandono de clientes o churn (Romagia et al., 2025).

Asimismo, proporcionar interfaces móviles que le devuelven la tranquilidad al cuidador administrador genera un incremento en el control cognitivo percibido sobre sus responsabilidades, factor que afecta de manera estadísticamente significativa la evaluación general de satisfacción y afinca la lealtad hacia la marca a largo plazo (Salamah et al., 2022).

El posicionamiento de la plataforma en el mercado argentino de telecomunicaciones se instrumenta bajo un modelo comercial de suscripción mensual de bajo costo que se acopla directamente a la factura de conectividad del cliente. En lugar de comercializar la aplicación de manera aislada en tiendas de aplicaciones generalistas, la operadora móvil ofrece la plataforma como una extensión familiar preferencial integrada, facilitando el cobro centralizado mediante sistemas de carrier billing. Este modelo de integración simplifica los flujos de contratación para el cuidador sándwich, democratiza el acceso a la teleasistencia de alta complejidad y permite amortizar los costos operativos cloud mediante una base masiva inicial de usuarios contratantes dentro del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

5.2. Recursos Requeridos

5.2.1. Recursos Humanos

La planificación y el dimensionamiento estratégico del capital humano constituyen el factor crítico de éxito más relevante para viabilizar el despliegue operativo del ecosistema asistencial unificado. Debido a la alta complejidad técnica que caracteriza la integración de soluciones basadas en el Internet de las Cosas Médicas (IoMT) con las capacidades de la red de una operadora de telecomunicaciones, el proyecto requiere de una estructura interdisciplinaria ágil con responsabilidades compartidas (Jayousi et al., 2025). El ciclo iterativo e incremental propuesto contempla una duración acotada de cinco meses, organización temporal que resulta necesaria para mitigar la rigidez de los sistemas cerrados tradicionales y asegurar que el desarrollo se oriente de manera constante a satisfacer las demandas prácticas de los usuarios administradores (AAL Association, 2025).

Para estructurar de forma eficiente este equipo de trabajo sin sobredimensionar la estructura de costos de la Telco local, la Tabla 2 detalla los perfiles profesionales indispensables, especificando sus funciones sustantivas y el capital humano mínimo requerido para el ciclo de desarrollo piloto dentro del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

Tabla 2

Recursos Humanos

Perfil Profesional	**Rol y Responsabilidad Principal**	**Cantidad**
Project Manager / Scrum Master	Liderazgo metodológico (Scrum), control del alcance, gestión de riesgos y backlog.	1
Científico de Datos / Especialista en IA	Entrenamiento de redes convolucionales CNN-LSTM y Autoencoders para anomalías físicas.	1
Desarrollador Backend	Integración del núcleo lógico, gestión de bases de datos columnares e integración de APIs.	1
Desarrolladores Mobile (Android / iOS)	Maquetación interactiva nativa bajo principios de usabilidad y de la Tecnología Calma.	2
Ingeniero de Core y Telecomunicaciones	Acoplamiento programático del backend con el Core móvil e infraestructura IMS.	1
Diseñador UX/UI / UX Researcher	Evaluación cualitativa de experiencia (UX) mediante pruebas de usabilidad y encuestas.	1
Analista de Aseguramiento de la Calidad (QA)	Pruebas automatizadas, simulación de caídas, control de falsos positivos y testing de APIs.	1

Nota. Estructura mínima sugerida de capital humano para el desarrollo conceptual e integración piloto de la plataforma. Fuente: elaboración propia.

El rol del Project Manager / Scrum Master se define operativamente como el responsable de garantizar el cumplimiento del cronograma, administrar los riesgos del proyecto y liderar las

ceremonias ágiles que articulan el avance del software. Este perfil actúa como facilitador metodológico para coordinar los esfuerzos de los perfiles de ingeniería y diseño, implementando un ciclo de mejora continua que reduzca la fricción organizativa (AAL Association, 2025). Su labor en el proyecto es indispensable para mitigar las ineficiencias de los sistemas tradicionales, asegurando que las decisiones se orienten de manera constante a satisfacer las necesidades de los cuidadores familiares (Jayousi et al., 2025). Asimismo, gestiona de manera táctica los recursos perimetrales y de infraestructura móvil provistos por la corporación (Roumeliotis et al., 2025).

El Científico de Datos (Especialista en IA) asume la responsabilidad exclusiva de diseñar, entrenar, evaluar y calibrar los motores analíticos que operan en el backend de la plataforma. Este profesional se enfoca en el desarrollo de la red híbrida profunda para el reconocimiento pasivo de actividades a partir de telemetría inercial tridimensional (Khatun et al., 2022). Paralelamente, configura el Autoencoder no supervisado encargado de clasificar anomalías físicas y caídas, garantizando que el modelo aprenda a modelar matemáticamente la línea base de normalidad de forma aislada a partir de las rutinas cotidianas del usuario (Khan & Taati, 2017). Una vez alcanzados los umbrales de precisión, trabaja en el proceso de cuantización y optimización de los parámetros del modelo para comprimir su peso físico, permitiendo exportar el binario optimizado directamente hacia el entorno local de los smartphones (Duque Granda, 2025).

Los Desarrolladores Mobile (iOS / Android) son los responsables de construir la aplicación cliente y de integrar de manera nativa los modelos analíticos en el hardware comercial. Su tarea técnica fundamental radica en el despliegue de los entornos de ejecución ligeros *LiteRT* en los terminales móviles, permitiendo que las redes de aprendizaje profundo procesen localmente los flujos inerciales sin depender de accesos continuos a internet (Google AI Edge, s. f.). Adicionalmente, programan los hilos de ejecución en segundo plano para capturar pasivamente los datos cinemáticos desde el acelerómetro y el giroscopio integrados (Alshammari & Albalawi, 2024). El equipo móvil también asegura que la comunicación local e inalámbrica entre el smartphone concentrador y el wearable de muñeca mediante el protocolo *Bluetooth Low Energy* (BLE) sea estable y de bajo impacto energético (Noura et al., 2019).

El Diseñador UX/UI (Especialista en Usabilidad Cognitiva) asume la tarea estratégica de conceptualizar la interfaz de usuario de la plataforma familiar bajo el enfoque metodológico de la

usabilidad centrada en la persona. Este perfil profesional lidera los procesos de co-diseño y las pruebas cualitativas con cuidadores reales, recolectando retroalimentación directa sobre la legibilidad de los indicadores semafóricos y la relevancia del asistente conversacional (Rebelo, 2025). Su labor radica en estructurar el panel unificado de forma que la información ordinaria se mantenga en la periferia sensorial del cuidador sándwich, evitando la fatiga cognitiva por sobreexposición a datos numéricos (Weiser & Brown, 1995). Al aplicar estas heurísticas, el diseñador cualitativo asegura que el software actúe como un facilitador de la tranquilidad familiar sin transformarse en una carga de tratamiento adicional para el administrador (Duckworth et al., 2024).

El Ingeniero de Core y Telecomunicaciones actúa como el puente técnico que permite acoplar el backend lógicos de la plataforma con la infraestructura física y de red de la operadora celular. Este perfil consume de manera unificada las capacidades internas de conectividad expuestas a través de las APIs abiertas estandarizadas de la iniciativa global GSMA Open Gateway y el proyecto de código abierto CAMARA (Fortinet, 2023). De este modo, ante la confirmación de una emergencia crítica de alta prioridad, programa la llamada automatizada forzando el altavoz del smartphone dependiente mediante el Subsistema Multimedia IP (IMS) de la operadora (Nosirov et al., 2022). Esta integración garantiza que la plataforma se consolide como un verdadero servicio inteligente de valor agregado que optimiza de forma dinámica la calidad del espectro radioeléctrico bajo demanda (Siddiqi et al., 2019).

El Analista de Aseguramiento de la Calidad (QA) desempeña un rol estratégico crítico al planificar y ejecutar las auditorías técnicas de calidad de software necesarias para certificar la confiabilidad extrema que exige un sistema de teleasistencia. El analista QA programa y ejecuta baterías de pruebas automatizadas utilizando conjuntos de datos cinemáticos públicos de referencia para validar sistemáticamente que el motor de caídas no confunda transiciones cotidianas con colapsos reales (Duque Granda, 2025). Su labor comprende la verificación del temporizador de gracia, asegurando que el disparador se detenga ante una cancelación manual y que las notificaciones de conmutación de red no se despachen de forma errónea ante micro-cortes de conectividad local (Lupión et al., 2025). Asimismo, el QA es responsable de simular de manera controlada situaciones de pérdida de enlace inalámbrico, certificando que el

sistema responda de forma consistente reportando alertas preventivas de hardware para blindar la disponibilidad operativa del ecosistema familiar (Bezerra et al., 2025).

5.2.2. Recursos Técnicos

La infraestructura lógica de la plataforma se despliega sobre servicios gestionados en Google Cloud Platform (GCP) para asegurar la escalabilidad operativa. La Tabla 3 detalla el aprovisionamiento técnico estimado para un despliegue piloto de 10.000 familias, dimensionado para garantizar latencia ultra-baja y redundancia sistémica.

Tabla 3

Recursos Técnicos

Servicio Cloud (GCP)	Función Técnica	Capacidad Estimada
Vertex AI	Inferencia de IA y explicabilidad (XAI)	4.8M inferencias/mes
BigQuery	Almacenamiento analítico columnar	150 GB consultas/mes
Cloud Storage	Almacenamiento de modelos y backups	150 GB mensuales
NVIDIA T4 GPU	Reentrenamiento de redes CNN-LSTM	80 horas/mes
Dataflow	Procesamiento de eventos en *streaming*	4 *workers* dinámicos
GKE Autopilot	Orquestación de microservicios	Clúster auto-escalable
Monitoring	Observabilidad y alertas en tiempo real	Monitoreo integrado

Nota. Estimación de recursos basada en un despliegue para 10.000 hogares con alta disponibilidad. Fuente: Elaboración propia.

La infraestructura lógica de la plataforma se estructura bajo un modelo de arquitectura Edge-Cloud Continuum, el cual permite coordinar dinámicamente los recursos distribuidos desde el borde extremo hasta el servidor centralizado (Roumeliotis et al., 2025). Mediante esta topología, se descentraliza el cómputo analítico de inferencia hacia el borde perimetral móvil (smartphone), mientras que se delega la orquestación, el reentrenamiento de modelos y la gestión

analítica a servicios elásticos en la nube. Este despliegue híbrido permite a la operadora de telecomunicaciones retener el control soberano sobre los repositorios de información sensibles dentro de su infraestructura privada local, disminuyendo el riesgo de dependencia tecnológica y delegando solo las ráfagas computacionales a servidores elásticos bajo demanda en la nube pública (Patel y Sutaria, 2026).

La orquestación de las funciones del backend se materializa mediante una arquitectura desacoplada de microservicios contenerizados, ejecutados sobre el entorno Google Kubernetes Engine (GKE) en modalidad Autopilot. El empleo de esta infraestructura automatizada elimina la carga de aprovisionamiento de nodos físicos, escalando dinámicamente los recursos de CPU y memoria en función de la demanda transaccional de los usuarios. Esta redundancia arquitectónica resulta indispensable en ecosistemas de teleasistencia para garantizar que, ante el fallo imprevisto de un componente individual de la red de procesamiento, las solicitudes de monitoreo activas y los disparadores críticos de emergencia inercial continúen operando en segundo plano, protegiendo la disponibilidad y tolerancia a fallos del sistema (Bezerra et al., 2025).

La ingesta de eventos cinemáticos en tiempo real —caídas, desvíos geográficos o interacciones— se realiza mediante el motor Dataflow, el cual procesa las señales en streaming mediante el modelo de Apache Beam (Google Cloud, s. f.). Este componente actúa como un concentrador reactivo que agrupa eventos en ventanas temporales (windowing) y realiza agregaciones contextuales instantáneas antes de actualizar las tablas de estado. El almacenamiento analítico de los eventos agregados se centraliza en BigQuery, un repositorio columnar elástico que permite auditar transiciones de alertas con latencias de milisegundos mediante consultas SQL estándar. Conforme al principio de minimización de la Ley N.º 25.326 —el cual exige conservar los datos personales exclusivamente durante el tiempo indispensable para cumplir con su propósito preventivo (García Gómez, 2025) —, el software propuesto rechaza la persistencia de datos inerciales crudos, destruyendo estas señales de movimiento en la memoria RAM volátil del celular una vez validada la estabilidad del usuario monitorizado.

Finalmente, el entrenamiento, despliegue y explicabilidad de los motores de aprendizaje profundo se gestionan de forma centralizada en Vertex AI. El sistema aprovecha GPUs NVIDIA T4 para acelerar los reentrenamientos mensuales del motor predictivo y la generación de

atribuciones explicativas mediante SHAP y LIME. La incorporación de estos marcos de explicabilidad locales permite abrir la "caja negra" de los modelos complejos, traduciendo las variables matemáticas del backend en justificaciones de alerta transparentes y expresadas en lenguaje natural comprensible para el cuidador familiar (Ribeiro et al., 2016).

5.3. Cronograma de Implementación

Para la ejecución técnica de la plataforma, se adopta un marco de trabajo ágil basado en la metodología Scrum, estructurado en ciclos iterativos de dos semanas, denominados sprints. Esta organización temporal permite una adaptación continua a los requerimientos de integración técnica y facilita la mitigación temprana de riesgos, especialmente en la capa de comunicación con las APIs de la red celular y el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial en el borde perimetral. El cronograma total de implementación se estima en una duración de cinco meses, equivalentes a veinte semanas de trabajo, distribuidos en cinco fases operativas que garantizan la madurez técnica necesaria antes de avanzar a la integración con infraestructura de red.

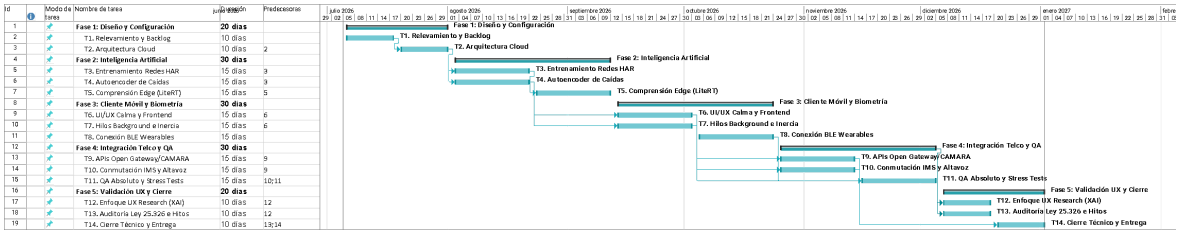
La primera fase, denominada Diseño y Configuración, abarca las semanas uno a cuatro y se centra en el establecimiento del entorno de desarrollo en Google Cloud Platform y la definición de la arquitectura de microservicios, realizando el relevamiento de requerimientos y la configuración del backlog priorizado. A continuación, la segunda fase se dedica exclusivamente a la Inteligencia Artificial durante las semanas cinco a ocho, comprendiendo el entrenamiento de los modelos híbridos de Reconocimiento de Actividad Humana y los Autoencoders para detección de anomalías, siendo esta una etapa intensiva en procesamiento de datos. La tercera fase, correspondiente a las semanas nueve a doce, se enfoca en el Cliente Móvil y la Biometría, donde se desarrolla la aplicación nativa y se integra la comunicación BLE para la ingesta de telemetría. La cuarta fase, desarrollada entre las semanas trece y dieciséis, aborda la Integración Telco y el Aseguramiento de Calidad, constituyendo la ruta crítica del proyecto al integrar las APIs de GSMA Open Gateway y realizar pruebas de estrés. Finalmente, la quinta fase, que comprende de la semana diecisiete a la veinte, se dedica a la Validación UX y el Cierre del proyecto, incluyendo entrevistas cualitativas, auditorías de cumplimiento legal y la consolidación de la documentación técnica.

El flujo de trabajo sigue dependencias lógicas estrictas de tipo fin a comienzo, donde la finalización de los binarios optimizados en la segunda fase es requisito indispensable para iniciar el despliegue en la aplicación móvil de la tercera fase. Asimismo, se promueve el paralelismo técnico, permitiendo que las tareas de diseño de interfaz y el desarrollo de hilos de ejecución en segundo plano se realicen de forma simultánea, maximizando así la eficiencia del equipo interdisciplinario. Esta estructura asegura que la arquitectura de software se valide por capas, desde el núcleo del motor de datos hasta la interfaz de usuario, cumpliendo con los objetivos propuestos para este trabajo final.

A continuación, se presenta la Figura ***9***, la cual detalla la distribución temporal de las actividades y los hitos clave del proyecto mediante un diagrama de Gantt.

Figura 9

Cronograma de ejecución del proyecto (Diagrama de Gantt)



Nota. Planificación detallada de las fases de desarrollo, hitos críticos y dependencias entre tareas desde julio de 2026 hasta enero de 2027, estructurada bajo metodologías de gestión de proyectos. Fuente: Elaboración propia

Esta representación visual sintetiza las cinco fases operativas identificadas en la planificación, permitiendo observar con claridad la progresión cronológica de las tareas, la superposición de actividades en paralelo que optimizan el rendimiento del equipo interdisciplinario y la secuencia estricta de dependencias lógicas entre los componentes tecnológicos. La planificación temporal, extendida a lo largo de veinte semanas, ilustra cómo se interrelacionan la configuración inicial del entorno, el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial, el desarrollo de la interfaz móvil, la integración con las APIs de red celular y las etapas finales de validación y control de calidad. Este cronograma no solo funciona como una guía operativa para el equipo de desarrollo, sino que también explicita el camino crítico necesario para asegurar que la plataforma alcance los estándares de funcionalidad, transparencia y resiliencia técnica propuestos en este trabajo final, facilitando así la visibilidad de los plazos y la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de implementación.

5.4. Propuesta Económica de la Solución

La viabilidad comercial de la plataforma se fundamenta en su inserción estratégica como un Servicio de Valor Agregado (VAS) dentro de la cartera de soluciones digitales. Ante las demandas de modernización tecnológica, la diversificación de ingresos mediante la provisión de servicios cognitivos unificados constituye una estrategia de reconversión corporativa

indispensable para sostener el crecimiento institucional. Bajo este enfoque, la propuesta económica se estructura mediante un modelo "llave en mano", en el cual el proveedor asume la totalidad de los costos asociados a infraestructura, licencias y recursos humanos. Esta modalidad permite que la operadora de telecomunicaciones evite inversiones de capital en desarrollo interno, delegando la responsabilidad operativa al equipo de implementación. A continuación, se detalla la estimación presupuestaria integral para el ciclo de desarrollo piloto.

5.4.1. Costos de Capital Humano

La estimación de los costos de capital humano se realizó basándose en los datos de salarios tecnológicos en el mercado laboral argentino provistos por el reporte de Randstad Argentina (2026). Estos valores reflejan las remuneraciones brutas mensuales promedio para posiciones profesionales en el área de tecnología.

Para asegurar la consistencia y uniformidad financiera del proyecto, las remuneraciones se expresan en dólares estadounidenses (USD), utilizando un tipo de cambio de referencia de 1.482,00 ARS por USD, correspondiente a la cotización oficial del dólar divisa vendedor, informada por el Banco de la Nación Argentina (2026). Este tipo de cambio mayorista permite equilibrar las proyecciones inflacionarias y se adopta como la referencia institucional para proyectos de inversión de tecnología de la información.

El equipo interdisciplinario se conformó valorando perfiles profesionales con experiencia comprobable en el diseño de arquitecturas de software, desarrollo mobile, Inteligencia Artificial y aseguramiento de la calidad, basándose en los parámetros de remuneración vigentes para dichos roles (Randstad Argentina, 2026). La valoración de cada perfil se ajustó a los rangos observados para puestos con capacidades de gestión, liderazgo y ejecución técnica, priorizando la competencia técnica exigida por la plataforma. Los salarios reflejan la complejidad de integrar algoritmos de procesamiento de lenguaje natural y motores de IA explicable en entornos de producción, factores que elevan la cotización de estos perfiles respecto a posiciones administrativas generales (Randstad Argentina, 2026).

En la **Tabla *4*** se detalla el cálculo de los costos mensuales y el total acumulado para el periodo de cinco meses.

Tabla 4

Costos de Capital Humano

Perfil	Cantidad	ARS/mes (Prom.)	USD/mes (Ref.)	Meses	Subtotal (USD)
Project Leader (Scrum Master)	1	4.600.000	3.103,91	5	15.519,57
UX Researcher	1	3.100.000	2.091,77	5	10.458,84
Tech Lead (Arquitecto SW)	1	5.900.000	3.981,11	5	19.905,53
QA Automation Engineer	1	3.500.000	2.361,67	5	11.808,37
Desarrollador Backend	1	4.900.000	3.306,34	5	16.531,71
DevOps Engineer	1	5.800.000	3.913,63	5	19.568,15
Especialista IA (ML+PLN)	1	4.000.000	2.699,06	5	13.495,28

Perfil	Cantidad	ARS/mes (Prom.)	USD/mes (Ref.)	Meses	Subtotal (USD)
Especialista PLN	1	4.000.000	2.699,06	5	13.495,28
Data Engineer (Analista BI)	1	3.900.000	2.631,58	5	13.157,89
Total					**133.940,62**

Nota: Valores calculados en base a remuneraciones brutas mensuales para posiciones Semi Senior en la zona de Buenos Aires, según datos de Randstad Enero 2026. Tipo de cambio de referencia: 1.482,00 ARS/USD (Dólar Divisa Venta del Banco de la Nación Argentina al 13 de julio de 2026). Fuente: Elaboración propia.

5.4.2. Costos Técnicos

La infraestructura lógica ha sido diseñada sobre servicios gestionados en Google Cloud Platform, garantizando escalabilidad y alta disponibilidad para atender a un escenario de 10.000 familias en el despliegue piloto. La arquitectura de computación perimetral (Edge-AI) permite reducir los costos de procesamiento en la nube al trasladar las tareas de inferencia más frecuentes a los terminales de los usuarios. No obstante, el entrenamiento de modelos de lenguaje, el almacenamiento analítico y la orquestación de servicios requieren una inversión sostenida en recursos elásticos.

En la ***Tabla 5*** se presentan los costos técnicos proyectados para para los cinco meses de implementación.

Tabla 5

Costos Recursos Técnicos

Concepto	Función Técnica	Costo Mensual (USD)	Costo Total
Vertex AI	Inferencia de IA y XAI	850	4.250
BigQuery	Almacenamiento analítico	650	3.250
Cloud Storage	Modelos y backups	150	750
NVIDIA T4 GPU	Reentrenamiento PLN	400	2.000
Dataflow	Procesamiento streaming	450	2.250
Total			12.500

Nota: Estimación basada en costos vigentes de GCP (2026). Fuente: Elaboración propia.

5.4.3. Evaluación Integral de Costos y Modelo Comercial

Para obtener el valor total de la inversión necesaria, se consolidan los costos operativos de capital humano y los costos de infraestructura técnica. Sobre este subtotal, se aplica un margen comercial del **30%**, el cual contempla imprevistos, gestión administrativa y la rentabilidad del proyecto. Este modelo financiero busca asegurar la sostenibilidad operativa y la capacidad de respuesta ante cambios en el alcance del proyecto. La inversión final se detalla en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Resumen total del costo del proyecto

Concepto	Costo (USD)
Recursos humanos	133.940,62
Infraestructura técnica	12.500,00
Subtotal	**146.440,62**
Margen comercial (30%)	43.932,19
Costo total del proyecto	**190.372,81**

Nota: Valores expresados en dólares estadounidenses (USD) para uniformidad financiera. Fuente: Elaboración propia.

La modalidad de pago propuesta consiste en un desembolso inicial del 50% al momento de la firma para cubrir los gastos de setup e infraestructura inicial, y el 50% restante distribuido en cuotas mensuales durante la ejecución de los sprints definidos en el cronograma. Esta estructura asegura la fluidez financiera para ambas partes, permitiendo un seguimiento riguroso de cada uno de los hitos técnicos y metodológicos alcanzados.

5.5. Análisis de Riesgos

5.5.1. Factores Externos Condicionantes

La viabilidad de largo plazo de la plataforma en el mercado argentino de telecomunicaciones se encuentra condicionada, en primera instancia, por los desafíos de adecuación legal ante una inminente reforma de la Ley N° 25.326 de Protección de Datos Personales. El marco regulatorio nacional vigente fue concebido para un entorno analógico pre-internet, lo que genera una marcada brecha frente a las tecnologías inteligentes contemporáneas de tratamiento automatizado masivo de información (García Gómez, 2025). El surgimiento de proyectos parlamentarios de actualización normativa exige incorporar de manera

obligatoria principios como la privacidad desde el diseño y por defecto, la designación de oficiales de protección de datos (DPO) y la realización de estrictas evaluaciones de impacto de privacidad antes de desplegar algoritmos complejos (García Gómez, 2025). De este modo, la plataforma asume el riesgo normativo de operar bajo un régimen legal de transición, lo que demanda un diseño de software altamente elástico y estructurado desde el inicio bajo el principio ético de minimización de datos para evitar sanciones administrativas (Véliz, 2025).

Un segundo factor externo crítico radica en la exposición a incidentes de seguridad lógica y filtraciones de datos que afectan a los servidores del Internet de las Cosas Médicas (IoMT) y la conmutación celular. Los repositorios de datos médicos centralizados en entornos cloud son constantemente blanco de ataques de denegación de servicio (DoS) y vulnerabilidades críticas de inyección de código (Martínez Santander et al., 2024). Ante este escenario de amenaza externa, un acceso no autorizado que comprometa la confidencialidad de los perfiles consolidados de Lucas y Tomás no solo generaría responsabilidades civiles y penales severas para la operadora, sino que destruiría la confianza de los suscriptores (Véliz, 2025). En el entorno digital, la pérdida de confianza de la red familiar se traduce de forma inmediata en un incremento de la tasa de abandono (churn), neutralizando el valor estratégico de la plataforma como herramienta de fidelización de clientes (Pereira et al., 2025).

La dependencia técnica y comercial de la operadora móvil respecto de las plataformas internacionales de nube pública introduce riesgos de bloqueo de proveedor o vendor lock-in. El bloqueo técnico se configura cuando un proveedor de servicios impone APIs propietarias, formatos de datos y estructuras de almacenamiento cerradas que imposibilitan o dificultan de forma extrema la migración del ecosistema de software hacia nubes competidoras (Alhosban et al., 2024).

En el contexto económico argentino, caracterizado por la inestabilidad cambiaria, esta dependencia plantea un riesgo financiero crítico ante fluctuaciones drásticas en las tarifas de los servicios computacionales elásticos facturados en moneda extranjera (Alhosban et al., 2024). Para mitigar este condicionante externo, la arquitectura debe estructurarse bajo un modelo agnóstico de nube híbrida que conserve el control físico sobre los repositorios de información sensibles dentro de la infraestructura privada local de la operadora, delegando únicamente el cómputo analítico temporal a la nube pública (Patel & Sutaria, 2026).

Finalmente, la continuidad operativa del servicio de teleasistencia depende estrictamente de la estabilidad y cobertura geográfica de la red de conectividad celular. Las herramientas digitales de próxima generación destinadas al cuidado preventivo y la rehabilitación exigen conexiones inalámbricas de alta estabilidad e infraestructuras de telecomunicaciones robustas, sin las cuales es técnicamente imposible sostener la transmisión de datos en tiempo real (F. Mehmood et al., 2025). A pesar del despliegue de tecnologías avanzadas de red, la existencia de zonas de sombra radioeléctrica o la congestión imprevista del espectro celular representan un riesgo latente de desconexión transitoria (Siddiqi et al., 2019). Si ocurre una caída física del adulto mayor en una zona de baja señal, el sistema debe ser capaz de procesar localmente el evento en el smartphone y conmutar a canales de comunicación redundantes de baja frecuencia o SMS para asegurar el despacho prioritario de la alerta familiar (Ghadi et al., 2024).

5.5.2. Factores Internos Condicionantes

El primer factor interno condicionante se centra en el riesgo de fatiga por alertas (alarm fatigue) y tecnoestrés en el cuidador sándwich, desencadenado por una excesiva tasa de falsas alarmas debidas a descalibraciones lógicas. En el ámbito de la interacción humano-máquina y la usabilidad de sistemas de software, la sobreexposición a notificaciones o registros de alertas redundantes e irrelevantes constituye un vector crítico de fatiga cognitiva y rechazo del usuario (Ragu-Nathan et al., 2008). Si los algoritmos encargados de clasificar anomalías biométricas y cinemáticas no son calibrados con una sensibilidad milimétrica en su línea base, el despacho erróneo de estados de "Nivel Amarillo" o "Nivel Rojo" saturará emocionalmente al administrador familiar (Ragu-Nathan et al., 2008). Esta infobesidad y dispersión técnica desgastan la capacidad de respuesta, forzando al usuario a ignorar proactivamente el panel de control o silenciar el terminal móvil (Eppler & Mengis, 2004). Para mitigar esta tensión operativa, la lógica de negocio debe regirse estrictamente por los principios de la Tecnología Calma, de-enfatizando la telemetría secundaria en la periferia de la interfaz y conmutando las alertas al foco visual del cuidador únicamente ante emergencias verdaderas y debidamente correlacionadas por los motores lógicos (Weiser & Brown, 1995).

El segundo condicionante de carácter técnico radica en el desgaste energético acelerado del hardware portátil (smartphones y wearables), inducido por la lectura pasiva de sensores en segundo plano. La ejecución continua de hilos de procesamiento en background para capturar

señales inerciales triaxiales a alta frecuencia de muestreo y realizar verificaciones de localización geográfica drena de manera acelerada la batería de los dispositivos convencionales de consumo (Shevchenko & Reips, 2023). Si el dispositivo móvil del dependiente se apaga debido al consumo de energía imprevisto, se produce una desconexión crítica e invisible en la red de teleasistencia, anulando la capacidad de auxilio preventivo (Bezerra et al., 2025). Para neutralizar este factor, el software debe incorporar mecanismos de geofencing pasivo y "perezoso", que utilicen tramas Wi-Fi residenciales y Cell-ID aproximados, despertando el receptor GPS de alta precisión exclusivamente de forma reactiva al registrar proximidades con las fronteras virtuales de las geovallas dinámicas agendadas (Shevchenko & Reips, 2023).

El tercer factor limitante se vincula con la pérdida de compromiso o involucramiento del usuario (user engagement), lo cual repercute de forma directa y severa en el rendimiento y precisión predictiva de los algoritmos de aprendizaje profundo. En entornos de salud móvil (mHealth), la inconsistencia en el uso de los wearables y el olvido recurrente de portar el smartphone en la rutina diaria alteran significativamente el flujo continuo de datos recopilados por el backend (Duckworth et al., 2024). Esta falta de adherencia no solo compromete la precisión de las inferencias conductuales, sino que distorsiona la calidad del conjunto de datos de entrenamiento in situ de los clasificadores automáticos (Duckworth et al., 2024). Como el Autoencoder no supervisado requiere asimilar de forma ininterrumpida los patrones cinemáticos normales del adulto mayor para mapear su línea base inercial, un registro fragmentado o con baches temporales prolongados impide calibrar correctamente el error medio cuadrático de reconstrucción (MSE) (Khan & Taati, 2017). Este vacío de telemetría de entrada eleva la tasa de falsos negativos del modelo, haciéndolo incapaz de discriminar con rigor estadístico una verdadera caída física de un desvío o ruido inercial de la rutina diaria (Duque Granda, 2025)

Finalmente, la estabilidad operativa de la plataforma de teleasistencia familiar se encuentra sujeta a la inestabilidad de las conexiones inalámbricas locales (Bluetooth Low Energy y Wi-Fi) en el hogar del usuario controlado. Para que el procesamiento híbrido del perfil de Tomás sea viable, el wearable de muñeca debe mantener un enlace de transmisión BLE continuo e ininterrumpido con el smartphone concentrador (Noura et al., 2019) . La ocurrencia de micro-cortes de conectividad debidos a la atenuación de la señal por obstáculos físicos de la vivienda o interferencias electromagnéticas domésticas interrumpe de manera abrupta el flujo

biométrico en tiempo real (Bezerra et al., 2025) . Si la arquitectura de software carece de tolerancia a fallos lógicos, estas desconexiones de red local podrían ser interpretadas erróneamente por el backend como un colapso físico o una anomalía grave, despachando falsas alarmas críticas que debilitan la fiabilidad del servicio (Bezerra et al., 2025) . Por consiguiente, la plataforma debe programar hilos de contingencia locales y almacenamiento transitorio en la memoria del dispositivo perimetral para tolerar desconexiones temporales y consolidar la información antes de alterar los semáforos del dashboard (Lupión et al., 2025) .

6. Conclusiones

Este trabajo presentó una propuesta integral para el diseño de una plataforma de monitoreo inteligente destinada a cuidadores de generaciones simultáneas, combinando técnicas de inteligencia artificial pasiva, análisis conductual y una arquitectura basada en servicios de valor agregado para redes móviles. A partir de un análisis crítico de las limitaciones de los ecosistemas IoMT actuales y la fragmentación tecnológica del cuidado, se planteó una arquitectura conceptual orientada a la seguridad familiar, enfocada en brindar notificaciones oportunas y preventivas, con un diseño no intrusivo y un estricto cumplimiento del marco normativo local de protección de datos.

La solución propuesta se apoya en un motor de inteligencia artificial que procesa datos inerciales y biométricos mediante modelos de aprendizaje profundo no supervisado, tales como redes híbridas CNN-LSTM y Autoencoders, ejecutados localmente en el borde (Edge-AI) para garantizar una respuesta determinista en situaciones de emergencia. Asimismo, incorpora mecanismos de Inteligencia Artificial Explicable (XAI) y una interfaz basada en Tecnología Calma, que permiten al cuidador comprender el contexto detrás de las alertas sin saturar su capacidad cognitiva, aumentando la confianza y la percepción de control en la supervisión de sus dependientes.

Desde el punto de vista técnico, la arquitectura se sustenta en un modelo híbrido sobre servicios gestionados en Google Cloud Platform, garantizando escalabilidad y soberanía sobre los datos. Su diseño modular permite su despliegue como un Servicio de Valor Agregado (VAS) para operadoras de telecomunicaciones, integrándose programáticamente con la red celular mediante estándares abiertos como GSMA Open Gateway. En términos económicos, se realizó una estimación detallada de costos que integra recursos humanos altamente especializados e infraestructura elástica, demostrando que la implementación es viable y comercialmente sustentable como una herramienta estratégica de fidelización de clientes.

Si bien se trata de una propuesta conceptual y no de un desarrollo funcional aplicado, la solución fue diseñada para ser compatible con entornos productivos reales, respetando los principios de privacidad desde el diseño y autonomía progresiva. En un contexto donde la seguridad familiar, la eficiencia operativa y la transparencia algorítmica son factores críticos de

éxito, este trabajo contribuye con un enfoque innovador que posiciona a la inteligencia artificial y a la red celular como aliados clave en la evolución de los servicios de teleasistencia inteligente.

7. Líneas Futuras de Investigación

7.1. Interoperabilidad con Ecosistemas de Salud y Soporte Clínico

Una línea de desarrollo futuro es la integración profunda de la plataforma con Sistemas de Información Hospitalaria (HIS) mediante el uso de estándares internacionales como HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources). Aunque la propuesta actual se enfoca en la seguridad familiar y la detección de anomalías conductuales, la evolución natural del ecosistema es permitir que los reportes de "Nivel Rojo" o las tendencias detectadas por el motor de IA puedan ser consumidos por equipos médicos profesionales bajo el consentimiento del usuario.

Esta funcionalidad permitiría que, ante una contingencia real, el sistema no solo notifique al cuidador familiar, sino que genere un resumen clínico automatizado que facilite la toma de decisiones del personal de salud interviniente. Su incorporación requeriría capas adicionales de validación de datos clínicos, gobernanza de registros médicos electrónicos y una interfaz de "Visor Clínico" (Clinical Dashboard). Esta evolución representa una oportunidad para transformar la herramienta de un sistema de supervisión preventiva a una solución de salud conectada (Connected Health), reduciendo la brecha entre el cuidado doméstico y la atención médica profesional, y garantizando la continuidad del historial clínico del dependiente.

7.2. Aprendizaje Federado (Federated Learning) para la privacidad extrema

Otra línea relevante para futuras propuestas es la transición desde el procesamiento local (Edge-AI) hacia un paradigma de Aprendizaje Federado (Federated Learning). Si bien la arquitectura actual utiliza técnicas de optimización en el borde para procesar la información de forma efímera, el Aprendizaje Federado permitiría que los modelos de IA se entrenen de forma colaborativa sin que ningún dato (ni siquiera de forma transitoria o agregada) deba abandonar el dispositivo perimetral del usuario.

En este modelo, el entrenamiento de las redes neuronales se realiza localmente en los smartphones de los usuarios, y únicamente los cambios o "pesos" del modelo (no los datos de movimiento, ni coordenadas, ni métricas biométricas) se transmiten a un servidor central para su agregación (McMahan et al., 2017) . Esto garantiza matemáticamente la privacidad de los datos,

ya que el servidor central nunca tiene acceso a la información cruda ni a los historiales conductuales individuales.

Si bien la propuesta actual cumple con los estándares de privacidad mediante el procesamiento efímero y la destrucción de logs, la implementación de Aprendizaje Federado representa un desafío técnico de alta complejidad, pero constituye la frontera definitiva en seguridad computacional. Su aplicación permitiría escalar el ecosistema a millones de usuarios manteniendo una garantía de privacidad absoluta, fortaleciendo la confianza del suscriptor y facilitando el cumplimiento con los marcos regulatorios más estrictos del ámbito sanitario internacional.

8. Acrónimos

ADLs: Activities of Daily Living (Actividades de la Vida Diaria).

AI: Artificial Intelligence (Inteligencia Artificial).

API: Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones).

AUC: Area Under the Curve (Área Bajo la Curva).

BLE: Bluetooth Low Energy.

CNN: Convolutional Neural Networks (Redes Neuronales Convolucionales).

CPU: Central Processing Unit (Unidad Central de Procesamiento).

CSRF: Cross-Site Request Forgery (Falsificación de Solicitud entre Sitios).

DoS: Denial of Service (Denegación de Servicio).

DPO: Data Protection Officer (Oficial de Protección de Datos).

Edge-AI: Edge Artificial Intelligence (Inteligencia Artificial en el Borde).

GCP: Google Cloud Platform.

GDPR: General Data Protection Regulation (Reglamento General de Protección de Datos).

GKE: Google Kubernetes Engine.

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).

HAR: Human Activity Recognition (Reconocimiento de Actividad Humana).

IMS: IP Multimedia Subsystem (Subsistema Multimedia IP).

IoMT: Internet of Medical Things (Internet de las Cosas Médicas).

IoT: Internet of Things (Internet de las Cosas).

JITAI: Just-in-Time Adaptive Interventions (Intervenciones Adaptativas Justo a Tiempo).

LIME: Local Interpretable Model-agnostic Explanations.

LSTM: Long Short-Term Memory (Memoria a Corto y Largo Plazo).

MEC: Mobile Edge Computing.

MSE: Mean Squared Error (Error Cuadrático Medio).

NPU: Neural Processing Unit (Unidad de Procesamiento Neuronal).

PLN: Procesamiento de Lenguaje Natural (Natural Language Processing).

QA: Quality Assurance (Aseguramiento de Calidad).

QoS: Quality of Service (Calidad de Servicio).

RAM: Random Access Memory.

SaaS: Software as a Service.

SHAP: SHapley Additive exPlanations.

SpO2: Peripheral Oxygen Saturation (Saturación de oxígeno).

UI: User Interface (Interfaz de Usuario).

UX: User Experience (Experiencia de Usuario).

VAS: Value-Added Service (Servicio de Valor Agregado).

XAI: Explainable Artificial Intelligence (Inteligencia Artificial Explicable).

9. Referencias

AAL Association. (2025). *AAL Legacy Study: 16 years of Ambient Assisted Living*. IDEA Consult. https://www.aal-europe.eu/wp-content/uploads/2025/10/AAL-Legacy-Final-Report-AAL-consolidated.pdf

Accenture. (2025). *Embracing the loyalty equation: How telcos can reimagine experience and engagement to grow B2C*. https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/accenture-com/document/Embracing-The-Loyalty-Equation-1.pdf#zoom=40

Alhosban, A., Pesingu, S., & Kalyanam, K. (2024). CVL: A Cloud Vendor Lock-In Prediction Framework. *Mathematics*, *12*(3), 387. https://doi.org/10.3390/math12030387

Alshammari, S. A., & Albalawi, N. S. (2024). Enhancing healthcare monitoring: A deep learning approach to human activity recognition using wearable sensors. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *14*(6), 18843–18848. https://doi.org/10.48084/etasr.9255

Amrani, H., Micucci, D., y Napoletano, P. (2022). *Unsupervised deep learning-based clustering for human activity recognition*. Department of Informatics, Systems and Communication, University of Milano - Bicocca. https://doi.org/10.1109/ICCE-Berlin56473.2022.9937141

Andrés Mata, M. T., López Estrada, U., Galeana Brito, M. G., Estrada Aguilar, J., y Salazar Mena, J. (2024). Riesgos en el Uso de las Redes Sociales y Nuevas Tecnologías en Niños y Adolescentes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(3), 9640–9655. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12109

Arnold, M., Goldschmitt, M., & Rigotti, T. (2023). Dealing with information overload: A comprehensive review. *Frontiers in Psychology*, *14*, Artículo 1122200. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1122200

Banco de la Nación Argentina. (2026). Cotización Billetes y Divisas. https://www.bna.com.ar/Personas

Bezerra, T. V., Callou, G., Airton, F., & Tavares, E. (2025). A modeling-based approach for performance and availability assessment of IoMT systems. *Electronics*, *14*(6), 1157. https://doi.org/10.3390/electronics14061157

Duckworth, C., Cliffe, B., Pickering, B., Ainsworth, B., Blythin, A., Kirk, A., Wilkinson, T. M. A. & Boniface, M. J. (2024). Characterising user engagement with mHealth for chronic disease self-management and impact on machine learning performance. *npj Digital Medicine*, *7*, Article 66. https://doi.org/10.1038/s41746-024-01063-2

Duque Granda, C.A. (2025). *Detección de anomalías en series de tiempo utilizando métodos no supervisados* [Trabajo de grado de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/88298

Eppler, M. J., & Mengis, J. (2004). The concept of information overload: A review of literature from organization science, accounting, marketing, MIS, and related disciplines. *The Information Society*, *20*(5), 325–344. https://doi.org/10.1080/01972240490507974

Eton, D. T., de Oliveira, D. R., Egginton, J. S., Ridgeway, J. L., Odell, L., May, C. R., & Montori, V. M. (2012). Building a measurement framework of burden of treatment in complex patients with chronic conditions: A qualitative study. *Patient Related Outcome Measures*, *3*, 39–49. https://doi.org/10.2147/PROM.S34681

Fast, J., Duncan, K. A., Keating, N. C., & Kim, C. (2024). Valuing the contributions of family caregivers to the care economy. *Journal of Family and Economic Issues, 45*, 236–249. https://doi.org/10.1007/s10834-023-09899-8

Flynn, D., y Kimm, H. (2023). Geofencing implement for self-monitoring wandering behavior and sharing location in realtime with Firebase. *2023 IEEE Cloud Summit*, 84-89. https://doi.org/10.1109/CloudSummit57601.2023.00020

Fortinet. (2023). *GSMA Open Gateway: Cybersecurity considerations and solutions*. Fortinet. https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/white-papers/wp-gsma-open-gateway.pdf

García Gómez, M. R. (2025). *El impacto de la inteligencia artificial en la privacidad de los datos personales en Argentina: desafíos y propuestas de reforma legal* [Tesis de maestría, Universidad de San Andrés]. Repositorio Digital San Andrés. https://repositorio.udesa.edu.ar/handle/10908/25882

Ghadi, Y. Y., Shah, S. F. A., Mazhar, T., Shahzad, T., Ouahada, K. & Hamam, H. (2024). Enhancing patient healthcare with mobile edge computing and 5G: challenges and solutions for secure online health tools. *Journal of Cloud Computing*, *13*, Article 93. https://doi.org/10.1186/s13677-024-00654-4

Gkiolnta, E., Roy, D., & Fragulis, G. F. (2025). Challenges and ethical considerations in implementing assistive technologies in healthcare. *Technologies*, *13*(2), 48. https://doi.org/10.3390/technologies13020048

Google AI Edge. (s. f.). *LiteRT: TensorFlow Lite for mobile and edge devices*. Google Developers.

https://developers.google.com/edge/litert/overview

Govea, J., Gutierrez, R., y Villegas-Ch, W. (2024). Transparency and precision in the age of AI: evaluation of explainability-enhanced recommendation systems. Frontiers in Artificial Intelligence, 17, Artículo 1410790. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1410790

HCLTech. (s. f.). GSMA Open Gateway.

https://www.hcltech.com/sites/default/files/documents/resources/whitepaper/files/2024/09/16/gsma-open-gateway.pdf

Hussien Ali, A., Almisbahi, H., Alkayal, E., & Almakky, A. (2025). Enhancing real-time anomaly detection of multivariate time series data via adversarial autoencoder and principal components analysis. *Electronics*, *14*(15), 3141. https://doi.org/10.3390/electronics14153141

Hyvämäki, P., Sneck, S., Meriläinen, M., Pikkarainen, M., Kääriäinen, M., & Jansson, M. (2023). Interorganizational health information exchange-related patient safety incidents: A descriptive register-based qualitative study. *International Journal of Medical Informatics*, *174*, Article 105045. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105045

Jaleel, A., Mahmood, T., Hassan, M. A., Bano, G., y Khurshid, S. K. (2020). Towards medical data interoperability through collaboration of healthcare devices. *IEEE Access*, *8*, 132302–132319. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3009783

Jayousi, S., Barchielli, C., Guarducci, S., Alaimo, M., Caputo, S., Zoppi, P., & Mucchi, L. (2025). From innovation to integration: Bridging the gap between IoMT technologies and real-world health management systems. *Sensors*, *25*(21), 6660. https://doi.org/10.3390/s25216660

Khan, S. S., y Taati, B. (2017). Detecting unseen falls from wearable devices using channel-wise ensemble of autoencoders. *Expert Systems with Applications*, *87*, 280–290. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.06.014

Khatun, M. A., Yousuf, M. A., Ahmed, S., Uddin, M. Z., Alyami, S. A., Al-Ashhab, S., Akhdar, H. F., Khan, A., Azad, A., y Moni, M. A. (2022). Deep CNN-LSTM with self-attention model for human activity recognition using wearable sensor. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, *10*, Artículo 3177710. https://doi.org/10.1109/JTEHM.2022.3177710

Lam, G., Tang, C. S.-K., & Chow, T. S. (2026). Middle-aged sandwich generation: the utilization of social capital in coping with the caring demands and threats to mental health. *Frontiers in Public Health*, *13*, Article 1730220. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1730220

Ley N.º 25.326 de Protección de los Datos Personales. (2000, 2 de noviembre). *Boletín Oficial de la República Argentina*. https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64790/texact.htm

Ley N.º 26.529 de Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud. (2009, 20 de noviembre). *Boletín Oficial de la República Argentina*. https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/160432/norma.htm

Locharoenrat, K. (2026). IoMT–Fog–Cloud-based AI frameworks for chronic disease diagnosis: updated comparative analysis with recent AI-IoMT models (2020–2025). *Frontiers in Medical Technology*, *8*, Article 1748964. https://doi.org/10.3389/fmedt.2026.1748964

Lupión, M., González-Ruiz, V., Sanjuan, J. F., y Ortigosa, P. M. (2025). Privacy-aware fall detection and alert management in smart environments using multimodal devices. *Internet of Things*, *30*, 101526. https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101526

McMahan, B., Moore, E., Ramage, D., Hampson, S., y Arcas, B. A. (2017). Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. En *Proceedings of the 20th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics*. https://arxiv.org/abs/1610.05492

Martínez Santander, C., Galmés, S., & Cruz Gavilánez, Y. N. (2024). IoMT data server risks and vulnerabilities. *Migration Letters*, *21*(S2), 711–728. https://migrationletters.com/index.php/ml/article/view/6952

Mehmood, A., Arif, M., y Mehmood, F. (2025). Towards a unified digital ecosystem: The role of platform technology convergence. *Electronics*, *14*, Artículo 4787. https://doi.org/10.3390/electronics14244787

Mehmood, F., Mumtaz, N., y Mehmood, A. (2025). Next-generation tools for patient care and rehabilitation: A review of modern innovations. *Actuators*, *14*, Artículo 133. https://doi.org/10.3390/act14030133

Mrozek, D., Koczur, A., y Małysiak-Mrozek, B. (2020). Fall detection in older adults with mobile IoT devices and machine learning in the cloud and on the edge. *Information Sciences*, *537*, 132–147. https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.05.07

Nahum-Shani, I., Smith, S. N., Spring, B. J., Collins, L. M., Witkiewitz, K., Tewari, A., y Murphy, S. A. (2018). Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAIs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. *Annals of Behavioral Medicine*, *52*(6), 446–462. https://doi.org/10.1007/s12160-016-9830-8

Nosirov, K., Ataniyazov, A., Rikhsivoev, M., Arabboev, M., y Begmatov, S. (2022). Analysis of multi-service networks for the provision of multimedia services based on IMS. En *2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)* (pp. 1–4). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICISCT55600.2022.10146999

Noura, M., Atiquzzaman, M., y Gaedke, M. (2019). Interoperability in Internet of Things: Taxonomies and open challenges. *Mobile Networks and Applications*, *24*(3), 796–809. https://doi.org/10.1007/s11036-018-1089-9

Okolo, E. S. (2021). Information Overload: Causes, Symptoms, Consequences and Solutions. *Asian Journal of Information Science and Technology*, *11*(2), 1–6. https://doi.org/10.51983/ajist-2021.11.2.2887

Pang, H., & Shao, Q. (2023). Unpacking the potential influence of life satisfaction on network heterogeneity, emotional exhaustion and mobile app fatigue: A stressor–strain–outcome approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(4), 3500. https://doi.org/10.3390/ijerph20043500

Pani-Harreman, K. E., Bours, G. J. J. W., Zander, I., Kempen, G. I. J. M., y van Duren, J. M. A. (2021). Definitions, key themes and aspects of 'ageing in place': a scoping review. *Ageing & Society*, *41*, 2026–2059. https://doi.org/10.1017/S0144686X20000094

Parker, K., & Patten, E. (2013). *The Sandwich Generation: Rising Financial Burdens for Middle-Aged Americans*. Pew Research Center, Social & Demographic Trends. https://www.pewresearch.org/?p=40590

Patel, R., & Sutaria, V. (2026). Reducing vendor lock-in in healthcare cloud systems using hybrid cloud storage architecture. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, *11*(3), 3595–3600. https://doi.org/10.38124/ijisrt/26mar2027

Pereira, M. d. S., de Castro, B. S., Cordeiro, B. A., de Castro, B. S., Peixoto, M. G. M., da Silva, E. C. M., y Gonçalves, M. C. (2025). Factors of customer loyalty and retention in the digital environment. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, *20*, Artículo 71. https://doi.org/10.3390/jtaer20020071

Popescu, C., Ilie, O. M., & Bondac, G. T. (2018). The "Techno-stress" phenomenon and its consequences in the modern organization. *LUMEN Proceedings*, *4*(1), (pp. 224–238). LUMEN Proceedings. https://doi.org/10.18662/lumproc.22

Pournik, O., Mukherjee, T., Ghalichi, L., & Arvanitis, T. N. (2023). How interoperability challenges are addressed in healthcare IoT projects. *Studies in Health Technology and Informatics*, *309*, 121–125. https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI230754

Powell, P., Saggu, R., Jones, S., Clari, M., Saraiva, I., Hardavella, G., Hansen, K., & Pinnock, H. (2021). Discussing treatment burden. *Breathe*, *17*, Artículo 200284. https://doi.org/10.1183/20734735.0284-2020

Prabha, M., Nandhini, S., Dayanidhy, M., & Pradeep, R. (2026). Edge-AI integrated secure wireless IoT architecture for real time healthcare monitoring and federated anomaly detection. *Scientific Reports*, *16*, Article 574. https://doi.org/10.1038/s41598-025-30150-x

Pradyumna, G. R., Hegde, R. B., Bommegowda, K. B., Jan, T., & Naik, G. R. (2024). Empowering healthcare with IoMT: Evolution, machine learning integration, security, and interoperability challenges. *IEEE Access*, *12*, 20603–20623. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3362239

Ragu-Nathan, T. S., Tarafdar, M., Ragu-Nathan, B. S., & Tu, Q. (2008). The consequences of technostress for end users in organizations: Conceptual development and empirical validation. *Information Systems Research*, *19*(4), 417–433. https://doi.org/10.1287/isre.1070.0165

Raje, V. V., Goel, S., Patil, S. V., Kokate, M. D., Mane, D. A., & Lavate, S. (2023). Enhancing real-time anomaly detection in healthcare IoT. *Journal of Electrical Systems*, *19*(3), 110-123. https://doi.org/10.52783/jes.700

Randstad Argentina. (2026). Reporte salarial Randstad Argentina: Enero 2026. https://tendenciasytalento.randstad.com.ar/hubfs/Reporte%20Salarial/Reporte-Salarial-enero2026-Randstad-Argentina.pdf?hsLang=es-ar

Rebelo, M. I. (2025). *Designing for attention and perception: Strategies for invisible interfaces in human-machine interaction* [Trabajo de grado de maestría, Universidade do Porto]. Repositorio Institucional U.Porto. https://hdl.handle.net/10216/170883

Ribeiro, M. T., Singh, S., y Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. En Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 1135–1144). ACM. https://doi.org/10.1145/2939672.2939778

Rodrigues, D. A., Roque, M., Mateos-Campos, R., Figueiras, A., Herdeiro, M. T., & Roque, F. (2024). Barriers and facilitators of health professionals in adopting digital health-related tools for medication appropriateness: A systematic review. *Digital Health*, *10*. https://doi.org/10.1177/20552076231225133

Romagia, R., Indrayani, I., y Damsar, D. (2025). The role of digital marketing in shaping customer retention: A mediated analysis of perceived value. *Golden Ratio of Marketing and Applied Psychology of Business*, *5*(1), 195–207. https://doi.org/10.52970/grmapb.v5i1.527

Roumeliotis, A. J., Myritzis, E., Kosmatos, E., Katsaros, K. V., & Amditis, A. J. (2025). Multi-Area, Multi-Service and Multi-Tier Edge-Cloud Continuum Planning. *Sensors*, *25*(13), 3949. https://doi.org/10.3390/s25133949

Salamah, A. A., Hassan, S., Aljaafreh, A., Zabadi, W. A., AlQudah, M. A., Hayat, N., Al Mamun, A., y Kanesan, T. (2022). Customer retention through service quality and satisfaction: Using hybrid SEM-neural network analysis approach. *Heliyon*, *8*(9), Artículo e10570. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10570

Schweiger, G. (2025). The ethics of AI-assisted digital phenotyping in adolescent mental health. *AI and Ethics*, *5*, 5867–5887. https://doi.org/10.1007/s43681-025-00815-4

Shaikh, E., McClean, S., Tariq, Z., Scotney, B., y Mohammad, N. (2026). Leveraging Semi-Markov Models to Identify Anomalies of Activities of Daily Living in Smart Homes Processes. *Algorithms*, *19*(2), Artículo 64. https://doi.org/10.3390/a19020150

Shevchenko, Y., & Reips, U.-D. (2023). Geofencing in location-based behavioral research: Methodology, challenges, and implementation. *Behavior Research Methods*, *56*, 6411–6439. https://doi.org/10.3758/s13428-023-02213-2

Sidibé, Y., & Gersey, J. (2024). *Privacy-preserving bathroom monitoring for elderly emergencies using PIR and LiDAR sensors*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.18242

Siddiqi, M. U., Yu, H., y Joung, J. (2019). 5G ultra-reliable low-latency communication implementation challenges and operational issues with IoT devices. https://doi.org/10.3390/electronics8090981

Sinha, M. (2013). *Portrait of caregivers, 2012. Spotlight on Canadians: Results from the General Social Survey* (Catalogue no. 89-652-X — No. 001). Statistics Canada. https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/89-652-x/89-652-x2013001-eng.pdf

Tan, Y., y Zeng, J. (2009). Study on value chain of telecom VAS under transformation background. *Communications and Network*, *1*, 63–67. https://doi.org/10.4236/cn.2009.12010

Tobin, K., Heidari, O., Volpi, C., Sodder, S. & Duncan, D. (2023). Use of geofencing interventions in population health research: a scoping review. *BMJ Open*, *13*(7), Article e069374. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-069374

Véliz, M. D. (2025). Protección de datos personales en salud digital: entre la innovación tecnológica y la bioética. *Revista Jurídica de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales | UNT*, *1*(1), 1108–1118. https://doi.org/10.70198/revistajuridica.vol1.N1.2025.578

Viola, S. (2012). Autonomía progresiva de niños, niñas y adolescentes en el Código Civil: una deuda pendiente. *Cuestión de Derechos*, (3), 82–99. http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/816_rol_psicologo/material/unidad2/obligatoria/autonomia_progresiva_ni%F1os_new.pdf

Vlachantoni, A., Evandrou, M., Falkingham, J., & Gomez-Leon, M. (2020). Caught in the middle in mid-life: provision of care across multiple generations. *Ageing and Society*, *40*(7), 1490–1510. https://doi.org/10.1017/S0144686X19000047

Wang, F., Jiang, Y., Zhang, R., Wei, A., Xie, J., & Pang, X. (2025). A survey of deep anomaly detection in multivariate time series: Taxonomy, applications, and directions. *Sensors*, *25*(1), 190. https://doi.org/10.3390/s25010190

Weiser, M., y Brown, J. S. (1995). *Designing Calm Technology*. Xerox PARC. https://people.csail.mit.edu/rudolph/Teaching/weiser.pdf

Wiles, J. L., Leibing, A., Guberman, N., Reeve, J., y Allen, R. E. S. (2011). The Meaning of "Aging in Place" to Older People. *The Gerontologist*, *52*(3), 357–366. https://doi.org/10.1093/geront/gnr098

Williams, C. (2004). *The sandwich generation. Perspectives* (Catalogue no. 75-001-XIE). Statistics Canada. https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/75-001-x/10904/4212007-eng.pdf

World Economic Forum. (2025). *Artificial Intelligence in telecommunications* [White paper]. AI Governance Alliance.

https://reports.weforum.org/docs/WEF_Artificial_Intelligence_in_Telecommunications_2025.pdf

Wray, D. (2024). *"Sandwiched" between unpaid care for children and care-dependent adults: A gender-based study*. Statistics Canada. https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-652-x/89-652-x2024002-eng.htm

Wray, D., Badets, J., Keating, N., & Fast, J. (2023). *Canada's Care Economy: A Conceptual Framework*. Statistics Canada. https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-652-x/89-652-x2023002-eng.htm

Zhong, L., Cao, J., & Xue, F. (2024). The paradox of convenience: how information overload in mHealth apps leads to medical service overuse. *Frontiers in Public Health*, *12*, Article 1408998. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1408998