

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**

**Proyecto de desarrollo de una aplicación móvil para la enseñanza del lenguaje de señas y su traducción automática en tiempo real**

Curso: SI – 983 Construcción de Software I

Docente: Mag. Alberto Johnatan Flor Rodríguez

Integrantes:

***Espinoza Caso, Lisbeth Isabel (código universitario)***

***Quispe Lévano, Cristian Aldair (código universitario)***

**Tacna – Perú**

***2025***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CONTROL DE VERSIONES | | | | | | |
| Versión | Hecha por | Revisada por | Aprobada por | Fecha | Motivo |
| 1.0 | LEC | LEC | LEC | 20/08/2025 | Versión Original |

**INDICE GENERAL**

1. **Antecedentes** 1
2. **Planteamiento del Problema** 4
   1. **Problema** 4
   2. **Justificación** 4
   3. **Alcance** 4
3. **Objetivos** 6
4. **Marco Teórico** 6
5. **Desarrollo de la Solución** 9
   1. **Análisis de Factibilidad (técnico, económica, operativa, social, legal, ambiental)** 10
   2. **Tecnología de Desarrollo** 10
   3. **Metodología de implementación (Documento de VISION, SRS, SAD)** 10
6. **Cronograma** 11
7. **Presupuesto** 12
8. **Conclusiones** 13
9. **Recomendaciones** 14
10. **Bibliografía** 15
11. **Anexos** 16

**Anexo 01 Informe de Factibilidad**

**Anexo 02 Documento de Visión**

**Anexo 03 Documento SRS**

**Anexo 04 Documento SAD**

**Anexo 05 Manuales y otros documentos**

**Informe de Proyecto Final**

1. **Antecedentes**

*La comunicación entre personas sordas y oyentes en el Perú continúa enfrentando barreras significativas, especialmente en entornos educativos, institucionales y sociales. A pesar de que la Lengua de Señas Peruana (LSPeñ) está reconocida oficialmente como medio de comunicación de la comunidad sorda, su uso aún no está plenamente integrado en plataformas tecnológicas ni en servicios públicos. Esta brecha limita el acceso equitativo a la información, la educación y la participación ciudadana.*

*En paralelo, el avance de la inteligencia artificial ha permitido el desarrollo de sistemas capaces de interpretar gestos, movimientos y expresiones faciales mediante modelos de visión computacional. Herramientas como MediaPipe Holistic, desarrollada por Google, han facilitado la captura de puntos clave del cuerpo humano en tiempo real, abriendo nuevas posibilidades para la traducción automática de lenguaje de señas.*

*A nivel internacional, existen iniciativas que utilizan redes neuronales para traducir señas a texto o voz, pero la mayoría están enfocadas en lenguas de señas como ASL (American Sign Language) o BSL (British Sign Language), dejando de lado variantes regionales como la LSPeñ. En el contexto peruano, no se cuenta con una solución tecnológica que combine traducción automática, aprendizaje formal de señas y validación colaborativa de nuevos gestos.*

*Frente a esta necesidad, surge el proyecto SignaPerú, una aplicación móvil que integra inteligencia artificial, accesibilidad digital y arquitectura modular para ofrecer una herramienta inclusiva, educativa y validada por expertos. El sistema busca empoderar a la comunidad sorda, facilitar el aprendizaje de LSPerú y promover la participación activa de docentes, validadores y usuarios en la construcción de un entorno comunicativo más justo.*

1. **Planteamiento del Problema**
   1. **Problema**

*En Perú, miles de personas sordas enfrentan diariamente barreras comunicativas que limitan su acceso a la educación, la información y la participación social. Aunque la Lengua de Señas Peruana (LSPerú) está reconocida oficialmente, su uso aún no está plenamente integrado en entornos digitales ni en servicios públicos. La ausencia de herramientas tecnológicas que permitan traducir señas en tiempo real, aprender LSPerú de forma estructurada o validar nuevas señas de manera colaborativa, perpetúa la exclusión de esta comunidad.*

*Actualmente, no existe una solución accesible, gratuita y adaptada al contexto peruano que combine inteligencia artificial, accesibilidad digital y validación lingüística para facilitar la comunicación entre personas sordas y oyentes. Esta carencia representa una oportunidad crítica para el desarrollo de una herramienta inclusiva que responda a necesidades reales y urgentes.*

* 1. **Justificación**

*El proyecto SignaPerú surge como respuesta a esta problemática, proponiendo una aplicación móvil que traduce señas peruanas a texto mediante redes neuronales, permite el aprendizaje formal de LSPerú y habilita la validación colaborativa de nuevos gestos. La solución se apoya en tecnologías como MediaPipe, TensorFlow, Keras y Firebase, garantizando eficiencia, escalabilidad y accesibilidad.*

*Además de su valor técnico, SignaPerú tiene un impacto social directo: promueve la inclusión digital, fortalece la autonomía comunicativa de las personas sordas y facilita la participación de docentes y validadores en la construcción de un lenguaje más representativo. El proyecto también se alinea con la Ley N.º 29973, que garantiza los derechos de las personas con discapacidad en Perú, y con estándares internacionales de accesibilidad como WCAG 2.1.*

* 1. **Alcance**

*El sistema SignaPerú contempla los siguientes alcances funcionales y técnicos:*

* *Traducción de señas peruanas a texto en tiempo real mediante IA.*
* *Captura automática de muestras gestuales usando visión computacional.*
* *Entrenamiento de modelos personalizados con secuencias de puntos clave.*
* *Módulo educativo para el aprendizaje progresivo de LSPerú.*
* *Panel web para docentes y validadores con funciones de supervisión y aprobación.*
* *Almacenamiento en Firebase Firestore y autenticación por roles.*
* *Cumplimiento de estándares de accesibilidad y normativas legales peruanas.*

*El sistema está diseñado para ser modular, escalable y adaptable a futuras extensiones, como la incorporación de frases completas, traducción inversa (texto a seña), y conexión con instituciones educativas.*

1. **Objetivos**

***Objetivo General***

*Desarrollar una aplicación móvil inclusiva que permita la traducción de señas peruanas a texto en tiempo real mediante inteligencia artificial, integrando módulos educativos, validación colaborativa y accesibilidad digital, en cumplimiento con la normativa nacional sobre discapacidad.*

***Objetivos Específicos***

1. ***Capturar muestras gestuales*** *de señas peruanas mediante visión computacional utilizando el modelo Holistic de MediaPipe.*
2. ***Extraer puntos clave*** *del rostro, manos y cuerpo para construir secuencias de entrenamiento de redes neuronales.*
3. ***Entrenar modelos de IA*** *con TensorFlow y Keras para reconocer señas específicas y traducirlas a texto con alta precisión.*
4. ***Diseñar una arquitectura modular*** *que permita escalar el sistema, integrar nuevos módulos y mantener la trazabilidad entre componentes.*
5. ***Implementar un módulo educativo*** *que permita el aprendizaje progresivo de la Lengua de Señas Peruana (LSPerú) por parte de usuarios oyentes y sordos.*
6. ***Desarrollar un panel web docente*** *para supervisar el progreso de los usuarios y validar nuevas señas propuestas por la comunidad.*
7. ***Integrar Firebase Firestore*** *como base de datos NoSQL para almacenar usuarios, muestras, modelos entrenados y resultados de traducción.*
8. ***Aplicar estándares de accesibilidad digital*** *(WCAG 2.1 AA) en todos los módulos del sistema para garantizar una experiencia inclusiva.*
9. ***Asegurar el cumplimiento legal*** *con la Ley N.º 29973 sobre derechos de las personas con discapacidad en Perú, incluyendo protección de datos personales.*
10. **Marco Teórico**

*El desarrollo de SignaPerú se fundamenta en diversas disciplinas que convergen para ofrecer una solución inclusiva, inteligente y escalable. A continuación, se presentan los principales conceptos teóricos que sustentan el proyecto:*

***4.1 Lengua de Señas Peruana (LSPerú)***

*La Lengua de Señas Peruana es el sistema de comunicación visual-gestual utilizado por la comunidad sorda en Perú. Reconocida oficialmente por el Estado mediante la Ley N.º 29535, la LSPerú posee una gramática propia, estructura sintáctica y vocabulario que difiere del español oral. Su enseñanza y difusión son fundamentales para garantizar el derecho a la comunicación de las personas sordas, conforme a la Ley N.º 29973 sobre discapacidad.*

***4.2 Visión Computacional y MediaPipe***

*La visión computacional permite que los sistemas interpreten imágenes y videos para extraer información relevante. En este proyecto se utiliza MediaPipe Holistic, una biblioteca de código abierto desarrollada por Google que permite detectar puntos clave del cuerpo humano (rostro, manos, postura) en tiempo real. Esta herramienta es esencial para capturar las señas como secuencias de coordenadas, en lugar de imágenes, optimizando el procesamiento para redes neuronales.*

***4.3 Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo***

*Las redes neuronales artificiales son modelos matemáticos inspirados en el cerebro humano, capaces de aprender patrones complejos a partir de datos. En SignaPerú se emplea aprendizaje profundo (deep learning) para entrenar modelos que reconocen señas específicas a partir de secuencias de puntos clave. Se utiliza Keras como interfaz de alto nivel y TensorFlow como motor de ejecución, permitiendo construir arquitecturas personalizadas y eficientes.*

***4.4 Firebase Firestore***

*Firebase Firestore es una base de datos NoSQL orientada a documentos, ideal para aplicaciones móviles en tiempo real. Su estructura flexible permite almacenar colecciones como usuarios, muestras, modelos, traducciones y validaciones, facilitando la escalabilidad y la integración con otros servicios de Firebase como autenticación y funciones en la nube.*

***4.5 Accesibilidad Digital (WCAG 2.1)***

*La Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, desarrolladas por el W3C, establecen criterios para garantizar que los sistemas digitales sean accesibles para personas con discapacidad. SignaPerú aplica estos principios en su diseño de interfaz, navegación, contraste visual, y compatibilidad con tecnologías de asistencia, asegurando una experiencia inclusiva para todos los usuarios.*

***4.6 Normativa Legal Peruana***

*El proyecto se alinea con la Ley N.º 29973, que establece el marco legal para la protección de los derechos de las personas con discapacidad en Perú. Esta ley exige accesibilidad en plataformas digitales, respeto por la identidad lingüística de la comunidad sorda, y promoción de herramientas tecnológicas que faciliten la inclusión.*

1. **Desarrollo de la Solución**
   1. **Análisis de Factibilidad (técnico, económica, operativa, social, legal, ambiental)**

***a. Factibilidad Técnica***

*El proyecto es técnicamente viable gracias al uso de tecnologías modernas y de código abierto como MediaPipe Holistic, TensorFlow, Keras, Firebase Firestore y Flutter. Estas herramientas permiten la captura de gestos, el entrenamiento de modelos de IA, la gestión de datos en tiempo real y el desarrollo multiplataforma. La arquitectura modular facilita la escalabilidad y el mantenimiento del sistema.*

***b. Factibilidad Económica***

*La solución se basa en herramientas gratuitas o con planes escalables, lo que reduce significativamente los costos de desarrollo. El uso de Firebase en su versión gratuita cubre las necesidades iniciales del sistema. El proyecto puede ser sostenido con recursos académicos, institucionales o mediante financiamiento público o privado orientado a la inclusión digital.*

***c. Factibilidad Operativa***

*El sistema está diseñado para funcionar en dispositivos Android de gama media, lo que garantiza accesibilidad para la mayoría de los usuarios. La interfaz es intuitiva y cumple con estándares de accesibilidad, permitiendo su uso por personas sordas, oyentes, docentes y validadores sin necesidad de capacitación técnica avanzada.*

***d. Factibilidad Social***

*SignaPerú tiene un impacto directo en la inclusión social de la comunidad sorda, promoviendo la equidad comunicativa y el aprendizaje de la LSPerú. Además, involucra activamente a docentes y validadores en la construcción colaborativa del lenguaje, fortaleciendo el tejido social y educativo.*

***e. Factibilidad Legal***

*El proyecto cumple con la Ley N.º 29973 sobre derechos de las personas con discapacidad, así como con normativas de protección de datos personales. Se aplican principios de accesibilidad digital (WCAG 2.1) y se garantiza la trazabilidad de cada interacción del usuario con el sistema.*

***f. Factibilidad Ambiental***

*El sistema no genera impacto ambiental directo, ya que se basa en software y dispositivos existentes. Su implementación no requiere infraestructura física adicional ni consumo energético significativo fuera del uso estándar de dispositivos móviles.*

* 1. **Tecnología de Desarrollo**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Componente | Tecnología | Propósito |
| Captura de gestos | MediaPipe Holistic (Python) | Detección de puntos clave de rostro, manos, cuerpo |
| IA y entrenamiento | TensorFlow + Keras | Construcción y entrenamiento de redes neuronales |
| Backend y base de datos | Firebase Firestore + Firebase Auth | Almacenamiento NoSQL y autenticación por roles |
| Frontend móvil | Flutter | Interfaz multiplataforma accesible |
| Panel web docente | Flutter Web / Firebase Hosting | Supervisión y validación de señas |
| TTS y audio | Google TTS + Pygame | Reproducción de texto traducido en voz |

* 1. **Metodología de implementación (Documento de VISION, SRS, SAD)**

*El desarrollo del sistema se ha estructurado en base a tres documentos clave que guían su planificación, especificación y diseño:*

***a. Documento de Visión***

*Define los objetivos del sistema, los actores involucrados, las necesidades del usuario y el valor social del proyecto. Establece el propósito inclusivo de SignaPerú y su alineación con la normativa nacional.*

***b. Documento SRS (Software Requirements Specification)***

*Contiene los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, organizados por módulos, con trazabilidad entre casos de uso, componentes y pruebas. Incluye escenarios de calidad, restricciones técnicas y legales, y criterios de aceptación.*

***c. Documento SAD (Software Architecture Document)***

*Describe la arquitectura modular del sistema, los componentes principales, sus interacciones, tecnologías utilizadas y patrones de diseño. Incluye diagramas de componentes, entidad-relación adaptado a Firebase, y flujos de datos.*

1. **Cronograma**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fase | Actividades principales | Duración | Fechas estimadas |
| 1. Planificación y documentación | Revisión de antecedentes, definición del problema, objetivos, marco teórico, visión | 2 semanas | 11 al 22 de Agosto |
| 2. Análisis de requerimientos | Documento SRS, definición de módulos, casos de uso, escenarios de calidad | 2 semanas | 25 al 5 de Setiembre |
| 3. Diseño de arquitectura | Documento SAD, diagramas de componentes, ER adaptado a Firebase, flujos de interacción | 2 semanas | 8 al 19 de Setiembre |
| 4. Captura y procesamiento de datos | Grabación de muestras, extracción de puntos clave con MediaPipe, estructuración de dataset | 2 semanas | 22 al 3 de Octubre |
| 5. Entrenamiento de modelos IA | Construcción de red neuronal, entrenamiento con TensorFlow/Keras, evaluación inicial | 2 semanas | 6 al17 de Octubre |
| 6. Desarrollo de la app móvil | Implementación en Flutter, integración con Firebase, módulo de traducción y validación | 3 semanas | 20 al 7 de Noviembre |
| 7. Desarrollo del panel web docente | Supervisión de usuarios, validación de señas, gestión de contenido educativo | 1 semana | 10 al 14 de Noviembre |
| 8. Pruebas y validación | Pruebas funcionales, métricas de calidad, validación con usuarios reales | 1 semana | 17 al 21 de Noviembre |
| 9. Documentación final | Informe técnico, anexos (SRS, SAD, visión, manuales), presentación académica | 2 semanas | 24 al 5 de Diciembre |

1. **Presupuesto**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Categoría | Detalle | Costo Estimado |
| 1. Recursos Humanos | Desarrollo, documentación, pruebas, validación (1 persona x 4 meses) | S/. 4,000.00 |
| 2. Equipamiento | Laptop de desarrollo (uso propio), cámara HD externa | S/. 1,200.00 |
| 3. Conectividad | Internet mensual para pruebas y despliegue (4 meses) | S/. 200.00 |
| 4. Software y servicios | Firebase (plan gratuito), MediaPipe, TensorFlow, Keras (open source) | S/. 0.00 |
| 5. Pruebas con usuarios | Incentivos para validadores y docentes (bono simbólico) | S/. 600.00 |
| 6. Difusión y presentación | Material gráfico, impresión de informe, presentación final | S/. 300.00 |
| 7. Contingencias | Margen para imprevistos técnicos o logísticos | S/. 200.00 |
| Total, estimado | | **S/. 6,500.00** |

1. **Conclusiones**
2. *SignaPerú representa una solución tecnológica inclusiva que responde a una necesidad real de la comunidad sorda peruana, al ofrecer una herramienta capaz de traducir señas peruanas a texto en tiempo real mediante inteligencia artificial.*
3. *El uso de tecnologías como MediaPipe Holistic, TensorFlow, Keras y Firebase Firestore permitió construir una arquitectura modular, escalable y eficiente, adecuada para dispositivos móviles y adaptable a futuras extensiones.*
4. *La implementación de un sistema de captura automática de muestras, extracción de puntos clave y entrenamiento de redes neuronales demostró ser viable tanto técnica como operativamente, logrando resultados precisos en la traducción de señas específicas.*
5. *El enfoque educativo del proyecto, a través del módulo de aprendizaje progresivo de LSPeñ y el panel web para docentes y validadores, fortalece la participación activa de la comunidad en la construcción colaborativa del lenguaje de señas.*
6. *El sistema cumple con los estándares de accesibilidad digital (WCAG 2.1) y con la Ley N.º 29973 sobre derechos de las personas con discapacidad, garantizando una experiencia inclusiva, segura y legalmente válida.*
7. *Las pruebas realizadas evidencian que el sistema puede ser utilizado por personas sordas, oyentes, docentes y validadores sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados, lo que refuerza su potencial de adopción en entornos educativos y comunitarios.*
8. *El proyecto demuestra que es posible integrar inteligencia artificial con impacto social directo, promoviendo la equidad comunicativa, la inclusión digital y el respeto por la diversidad lingüística en el Perú.*
9. **Recomendaciones**

***1. Planificar la captura de datos con enfoque lingüístico***

* *Antes de grabar muestras, define un conjunto mínimo de señas representativas del vocabulario básico en LSPerú.*
* *Involucra validadores desde el inicio para asegurar que las señas capturadas sean culturalmente y lingüísticamente correctas.*

***2. Establecer ciclos iterativos de entrenamiento y evaluación***

* *No esperes a tener todas las muestras para entrenar el modelo. Realiza entrenamientos parciales por bloques de palabras para validar precisión progresiva.*
* *Documenta cada iteración del modelo con métricas de precisión, pérdida y tiempo de respuesta.*

***3. Diseñar la app con accesibilidad como principio, no como añadido***

* *Aplica WCAG 2.1 AA desde el prototipo: contraste, navegación por gestos, texto alternativo, subtitulado automático.*
* *Realiza pruebas con usuarios sordos reales para validar la experiencia de uso.*

***4. Integrar trazabilidad desde el backend***

* *Cada muestra, traducción y validación debe registrar: usuario, fecha, palabra, precisión del modelo, y estado de aprobación.*
* *Esto facilitará auditorías, mejoras del modelo y cumplimiento legal.*

***5. Modularizar el desarrollo para facilitar mantenimiento***

* *Separa claramente los módulos: Captura, IA, Traducción, Educación, Validación, Panel Web.*
* *Usa control de versiones y documentación técnica por módulo para facilitar futuras actualizaciones.*

***6. Involucrar a la comunidad desde el inicio***

* *Realiza sesiones de validación con docentes y personas sordas para retroalimentar el diseño, vocabulario y funcionalidad.*
* *Considera crear un comité de validación lingüística para nuevas señas propuestas.*

***7. Asegurar cumplimiento legal y ético***

* *Revisa periódicamente la Ley N.º 29973 y la normativa de protección de datos personales.*
* *Implementa consentimiento informado para el uso de muestras gestuales en el entrenamiento del modelo.*

***8. Preparar documentación técnica y académica en paralelo***

* *No dejes la documentación para el final. Redacta el Documento de Visión, SRS y SAD conforme avances en cada fase.*
* *Usa trazabilidad entre requerimientos, componentes y pruebas para facilitar la defensa académica.*

1. **Anexos**

**Anexo 01 Informe de Factibilidad**

*Contiene el análisis técnico, económico, operativo, social, legal y ambiental del proyecto. Se concluye que SignaPerú es viable en todos los aspectos, especialmente por el uso de tecnologías open source y su impacto social directo.*

**Anexo 02 Documento de Visión**

*Define los objetivos del sistema, los actores involucrados (usuarios sordos, docentes, validadores), las necesidades que resuelve y el valor inclusivo del proyecto. Establece el propósito y alcance funcional del sistema.*

**Anexo 03 Documento SRS**

*Especifica los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, organizados por módulos. Incluye trazabilidad entre casos de uso, componentes y pruebas, además de escenarios de calidad y restricciones legales.*

**Anexo 04 Documento SAD**

*Describe la arquitectura modular del sistema, los componentes principales (MotorIA, Captura, Traducción, Validación, Educación), sus interacciones y tecnologías utilizadas. Incluye diagramas de componentes y entidad-relación adaptado a Firebase.*

**Anexo 05 Manuales y otros documentos**

*Incluye:*

* *Manual de usuario (uso de la app móvil y panel web)*
* *Manual técnico (configuración, entrenamiento del modelo, despliegue)*
* *Resultados de pruebas y métricas de calidad*
* *Capturas de pantalla y evidencias de funcionamiento*