



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTURA
DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO DE ENTREGAS DE ALIMENTOS DE LOS
PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA, EN COMUNIDADES CON POCO O NULO
ACCESO A INTERNET, UTILIZANDO UNA ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS**

Nery Gonzalo Gálvez Gómez

Asesorado por M.A. Everest Darwin Medinilla Rodríguez

Guatemala, octubre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTURA
DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO DE ENTREGAS DE ALIMENTOS DE LOS
PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA, EN COMUNIDADES CON POCO O NULO
ACCESO A INTERNET, UTILIZANDO UNA ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NERY GONZALO GÁLVEZ GÓMEZ

ASESORADO POR M.A. EVEREST DARWIN MEDINILLA RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Marlon Francisco Orellana López
EXAMINADOR	Ing. Neftali de Jesús Calderón Méndez
EXAMINADOR	Ing. José Alfredo González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTURA DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO DE ENTREGAS DE ALIMENTOS DE LOS PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA, EN COMUNIDADES CON POCO O NULO ACCESO A INTERNET, UTILIZANDO UNA ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 28 de mayo de 2022.



Nery Gonzalo Galvez Gómez



ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

REQUISITOS PARA LA ADMISIÓN

EEPFI-PP-0711-2022

Guatemala, 28 de mayo de 2022

Director
Carlos Gustavo Alonzo
Escuela De Ingeniería En Sistemas
Presente.

Estimado Ing. Alonzo

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTURA DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO DE ENTREGAS DE ALIMENTOS DE LOS PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA EN COMUNIDADES CON POCO O NULO ACCESO A INTERNET UTILIZANDO UNA ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Investigación - Sistemas para impulsar la adopción de tecnología móvil en los negocios**, presentado por el estudiante **Nery Gonzalo Galvez Gómez** carné número **201403525**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Tecnologías De La Inf. Y La Comunicación.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Everest Darwin Medinilla Rodríguez
Asesor(a)

Mtro. Marlon Antonio Pérez Turk
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EEP-EICS-0711-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria En Sistemas de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTURA DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO DE ENTREGAS DE ALIMENTOS DE LOS PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA EN COMUNIDADES CON POCO O NULO ACCESO A INTERNET UTILIZANDO UNA ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS**, presentado por el estudiante universitario Nery Gonzalo Galvez Gómez, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director
Escuela De Ingenieria En Sistemas

Guatemala, mayo de 2022

Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hídricos (EIRHS), Ingeniería en Sistemas de Información y Modelado, Ingeniería Vial, Carreteras, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Control y Sistemas, Licenciatura en Matemáticas, Licenciatura en Física, Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESSEM), Guatemala, Unidad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTURA DE INFORMACIÓN PARA EL REGISTRO DE ENTREGAS DE ALIMENTOS DE LOS PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA, EN COMUNIDADES CON POCO O NULO ACCESO A INTERNET, UTILIZANDO UNA ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS**, presentado por: **Nery Gonzalo Gálvez Gómez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser en todo momento mi luz, mi guía y por regalarme la sabiduría y discernimiento para alcanzar mis metas.

Mis padres

Erwin Gálvez y Wuendy Gómez. Sin ellos nada de esto sería posible, gracias por su ejemplo, su apoyo, su sacrificio por sacarme adelante y su amor incondicional.

Mis hermanos

Rodrigo, Julio y María José Gálvez. Por su amor, amistad, apoyo incondicional y todas las aventuras que hemos vivido.

Mi novia

María Fernanda Chávez. Por acompañarme y animarme en todo momento. Por ayudarme a siempre buscar dar lo mejor de mí y hacerme una mejor persona.

Mis tíos y tías

Mario Roberto Gómez (q. e. p. d.), Olivia Hernández, Juan Gómez, Lubia Folgar, Alfredo Gómez y Angélica Lima, por su apoyo incondicional y su cariño.

Mi abuela

Maura Burgos (q. e. p. d.). Por enseñarme el valor de la vida y porque sé que estaría orgullosa de mí.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme las herramientas y la oportunidad para formarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por recibirme y mostrarme lo hermoso que es aprender y poner en práctica lo aprendido.
Mis amigos	Por cada desvelada, palabras de ánimo, los consejos, las risas y cada momento único e irrepetible.
Mi asesor	Por su tiempo y conocimiento transmitido.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general.....	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General	13
5.2. Específicos.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Análisis y diseño de sistemas	19
7.2. Sistema de captura de información.....	19

7.3.	Programa de asistencia alimentaria	20
7.3.1.	Alimento	20
7.3.2.	Canasta básica.....	20
7.3.3.	Ración	20
7.4.	Internet	21
7.5.	Georreferenciación	21
7.5.1.	Georreferenciación en dispositivos móviles	21
7.6.	Tipos de aplicación móvil.....	22
7.6.1.	Aplicación web sobre móvil	22
7.6.1.1.	Ventajas	23
7.6.1.2.	Desventajas.....	23
7.6.2.	Aplicación móvil nativa	24
7.6.2.1.	Ventajas	25
7.6.2.2.	Desventajas.....	25
7.6.3.	Aplicación móvil híbrida.....	26
7.6.3.1.	Ventajas	26
7.6.3.2.	Desventajas.....	27
7.6.4.	Resumen	27
7.7.	Base de datos.....	28
7.7.1.	Sistema de gestión de bases de datos.....	28
7.7.2.	Modelo relacional	29
7.7.3.	Lenguaje SQL	30
7.8.	Replicación de base de datos.....	31
7.9.	Microservicios.....	31
7.9.1.	Beneficios.....	32
7.9.2.	Desafíos	33
7.9.3.	API Gateway	33
7.10.	Arquitectura sin servidor.....	34
7.10.1.	Amazon Web Services	34

8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	35
9.	METODOLOGÍA.....	37
9.1.	Validación del funcionamiento	37
9.2.	Recolección de datos.....	41
9.3.	Perspectiva investigativa	43
9.4.	Perspectiva técnica.....	43
9.5.	Perspectiva de resultados.....	43
9.6.	Estándar de comunicación.....	44
9.7.	Implementación de la solución.....	45
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	47
10.1.	Ejemplo de datos a recolectar.....	47
10.2.	Proceso de sincronización de información.....	48
10.3.	Proceso de georreferenciación	49
10.4.	Tiempo de sincronización de la información	49
10.5.	Beneficios entregados y costo	50
10.6.	Beneficios entregados y costo según parámetro de búsqueda	50
11.	CRONOGRAMA.....	51
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	53
12.1.	Factibilidad operativa	53
12.2.	Factibilidad técnica	54
12.3.	Factibilidad económica	55
13.	REFERENCIAS.....	59

14.	APÉNDICES	63
15.	ANEXO	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Arquitectura de microservicios	15
2.	Esquema aplicación web sobre móvil	22
3.	Esquema aplicación móvil nativa	24
4.	Esquema aplicación móvil híbrida	26
5.	Esquema arquitectura de microservicios.....	32
6.	Diagrama de flujo, primer escenario.....	37
7.	Diagrama de flujo, segundo escenario	40
8.	Cronograma de actividades.....	51

TABLAS

I.	Resumen de tipos de aplicación móvil	27
II.	Datos formulario	41
III.	Datos recolectados, Parte 1	47
IV.	Datos recolectados, Parte 2	48
V.	Presupuesto	55

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzal

GLOSARIO

API	<i>Application Programming Interface</i> es un mecanismo que permite a dos componentes de <i>software</i> comunicarse entre sí, mediante un conjunto de definiciones y protocolos.
AWS	<i>Amazon Web Services</i> es una colección de servicios de computación en la nube pública que en conjunto forman una plataforma de computación en la nube, ofrecidas a través de Internet.
Catálogo	Es un registro que presenta, de manera ordenada, descripciones y datos generales de individuos, objetos, documentos u otras cosas que mantienen algún tipo de vínculo entre sí.
Comunidad lingüística	Población maya que se identifica con la cultura, tradiciones, costumbres, indumentaria o el sentimiento de pertenencia a un grupo poblacional o a un territorio específico, vinculado con alguna de las 22 comunidades lingüísticas del pueblo maya, hable o no el idioma de ese grupo poblacional o territorio.
Date Time	Tipo de dato en programación que hace referencia a valores de fecha y hora.

DDL	<i>Data Manipulation Language</i> es un lenguaje para describir los datos y sus relaciones en una base de datos.
DML	<i>Data Definition Language</i> es un lenguaje que permite acceder y modificar los datos de la base de datos.
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> es un protocolo de la capa de aplicación diseñado para transferir información entre dispositivos en red.
Int	Tipo de dato en programación que hace referencia a valores numéricos enteros.
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> es un formato ligero para el intercambio de datos.
Lugar poblado	Es el lugar geográfico donde habita cierto número de personas y que pertenece administrativamente a un municipio geográfico. Está delimitado con base en accidentes físicos o mojones y ha sido previamente autorizado por las autoridades correspondientes.
<i>String</i>	Tipo de dato en programación que hace referencia a cadenas de texto.

RESUMEN

Guatemala es uno de los países con menor acceso a tecnología. Esto representa un problema para poder registrar las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria en comunidades rurales del país, debido a que los formularios de preguntas están en hojas de papel, lo cual impide que los dirigentes visualicen datos en tiempo real o en un tiempo prudencial y da lugar a pérdida o alteración de la información.

El presente trabajo busca diseñar e implementar un sistema de captura de información para el registro de entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria, así como generación de reportes en comunidades con poco o nulo acceso a internet, por medio de una arquitectura de microservicios.

La solución propone una aplicación móvil para la recolección de los datos. La validación del correcto funcionamiento del prototipo se realizará a través de una simulación controlada, donde la solución debe ser capaz de responder a un conjunto de escenarios con características específicas.

1. INTRODUCCIÓN

La captura de información en comunidades rurales para llevar registro de las entregas de alimentos, derivadas de programas de asistencia alimentaria, presenta muchos retos tanto para las personas que recolectan la información, como para los encargados de tomar decisiones con esa información.

Por ende, el presente trabajo propone una solución que consiste en una aplicación móvil, con el objetivo de sistematizar la captura de información para el registro de entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria y, posteriormente, visualizar reportes. Es importante mencionar que la solución funciona con y sin conexión a internet en el dispositivo móvil.

A continuación, se describe cada uno de los capítulos que conforman el trabajo:

El capítulo uno presenta antecedentes de proyectos desarrollados con una aplicación móvil, ya sea en sistema operativo Android o iOS, que sistematizó la captura de información. Además, muestra proyectos donde era necesario capturar la ubicación geográfica del dispositivo y, en algunos casos, poder mostrar esa ubicación en una pantalla en el mismo dispositivo móvil.

El capítulo dos plantea en qué consiste, dónde se da y a quiénes afecta el problema de captura de información.

En el capítulo tres encontramos los objetivos, con los cuales se conoce qué es lo que se espera alcanzar con el presente trabajo.

En el capítulo cuatro se plantea por qué es importante sistematizar la captura de información.

En el capítulo cinco se presentan las necesidades que deben ser cubiertas y el esquema de solución propuesto para solucionar el problema de captura de información.

En el capítulo seis se definen los alcances del trabajo, desde la perspectiva investigativa, técnica y de resultados. La perspectiva investigativa indica qué tipo de alcance tiene el trabajo. La perspectiva técnica muestra qué tecnologías y procedimientos se llevarán a cabo. La perspectiva de resultados muestra cuáles son los resultados esperados al final de la investigación.

En el capítulo siete se define toda la teoría que sustenta el proyecto de investigación. Se puede ver que se centra en el análisis y diseño de sistemas, georreferenciación y arquitectura sin servidor.

En el capítulo nueve se explica cómo se validará el funcionamiento de la solución, cómo será la recolección de datos, definición del estándar de comunicación y cómo se realizará la implementación de la solución.

En el capítulo diez se explica cómo se van a obtener los datos y los indicadores para el apoyo en la toma de decisiones.

En el capítulo once se presenta el calendario de trabajo para la elaboración del proyecto.

Finalmente, en el capítulo doce se evalúa si el proyecto es factible desde la perspectiva operativa, técnica y económica.

2. ANTECEDENTES

Espinosa (2015) llevó a cabo un proyecto con usuarios, quienes a través de un dispositivo móvil podían editar y sincronizar con la base de datos de la empresa información geográfica previamente publicada en la web. El objetivo era recabar y actualizar información sobre los predios e información espacial de los linderos prediales. Uno de los retos era que muchas regiones del país, en especial áreas rurales, no tienen acceso a internet, y es por ello que la solución de *software* tenía la capacidad de capturar información geográfica, tanto con conexión a internet como sin ella. El proyecto mostró servicios que lograban optimizar recursos, agilizar los procesos y reducir tiempos en la captura de información en campo.

López (2015) desarrolló una aplicación móvil de captura de información de invernaderos, con el objetivo de impulsar estos sitios y a sus productores; así mismo, logró que el proceso de captura de datos sobre localización, datos del invernadero, cosechas, productor y clima interno del invernadero fuera menos complicado y más rápido. El gobierno, productores, encuestadores e investigadores fueron los principales beneficiados del proyecto, al poner en práctica programas de ayuda enfocados en los productores de invernaderos y también al analizar necesidades del entorno.

Jaramillo (2018) implementó una aplicación móvil, la cual se desarrolló utilizando Android Studio y el API de Google *Maps* para Android. El resultado fue una aplicación que permitía la georreferenciación del usuario que estaba utilizando el dispositivo y lo mostraba en un mapa. Así mismo, contaba con un menú donde el usuario podía elegir distintos modos de visualizar el mapa.

Micolta y Zambrano (2019) crearon una aplicación móvil con el objetivo de mejorar el registro de información y evidencia fotográfica de las inspecciones de medidores eléctricos; una característica de este proyecto es que la tecnología de desarrollo de la aplicación móvil era multiplataforma. El proyecto surgió de la necesidad del departamento de pérdida y energía de la empresa CNEL extensión Manabí, para facilitar y agilizar la recopilación, organización y análisis de todos los datos obtenidos en las inspecciones de campo. El programa mejoró sustancialmente los procesos de inspección, al ejecutar nuevos subprocesos, estrategias y generar conocimiento basado en las tecnologías de la información y la comunicación. Además, el proceso de inspección se vio complementado al utilizar herramientas tecnológicas, tales como aplicaciones móviles, con lo cual se logró reducir costos operativos a través de métodos más prácticos, eficaces y eficientes. Finalmente, las competencias laborales del personal de campo y administrativo se vieron fortalecidas.

Morillo (2020) implementó una herramienta para dispositivos móviles con sistema operativo Android, que permite recolectar información de los dispositivos cercanos a través del *bluetooth*, redes wifi y el GPS. El objetivo del proyecto era mejorar la autenticación de los usuarios que utilizaban la aplicación, para tener un mayor grado de confianza sobre la localización proporcionada. Así mismo, se desarrolló un módulo de reportes en una aplicación web, donde se podía visualizar los datos obtenidos por los dispositivos móviles.

Con base en lo anterior, la presente propuesta de investigación debe tomar en cuenta si tendrá compatibilidad con el sistema operativo Android e iOS o solamente uno de estos. La solución a implementar debe tener la capacidad de funcionar con conexión a internet o sin ella y, por último, pero no menos importante, se debe de analizar la herramienta para la georreferenciación para ofrecer más beneficios y compatibilidad.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

Guatemala se encuentra dentro de los países con menor acceso a tecnología. Según el XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, solamente el 29 % usa internet, un 21 % usa una computadora y un 62 % utiliza celular. Estos datos reflejan que una gran cantidad de personas cuentan con un teléfono celular, pero son pocos los que cuentan con acceso y uso de internet a nivel nacional. (INE, 2018)

3.2. Descripción del problema

El problema principal se encuentra al registrar las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria en las comunidades rurales del país, debido a que los formularios de preguntas están en hojas de papel. En este caso, primero se tiene que digitar toda la información del formulario para su posterior manipulación e interpretación, lo cual impide que los dirigentes visualicen datos en tiempo real o en un tiempo prudencial. Otro problema es la pérdida de datos en el momento de la transmisión de información, como consecuencia de la pérdida de hojas o porque estas se dañan y la información queda ilegible e incompleta.

Adicionalmente, no se puede comprobar si las personas encargadas de recolectar la información en las distintas comunidades realmente están llegando a los lugares asignados. Existe el riesgo de que el entrevistador llene el mismo la información de los formularios, lo cual implica generar información falsa. En

resumen, esto significa que no se puede georreferenciar el lugar donde se está realizando la captura de información.

3.3. Formulación del problema

A partir de lo anterior surgen las siguientes preguntas:

- Pregunta central

¿Cómo recolectar y procesar información de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria a través de una aplicación, en comunidades con poco o nulo acceso a internet?

- Preguntas auxiliares

¿Permite una aplicación móvil híbrida capturar información de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria sin tener conexión a internet?

¿Cómo puedo almacenar la información recolectada de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria, y tenerla disponible para generar reportes?

¿Qué necesito para obtener la ubicación de la persona que está recolectando los datos de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria?

¿Es funcional el diseño de solución y responde al problema de captura de información de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria, con y sin conexión a internet?

4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto sigue la línea de investigación *Sistemas para impulsar la adopción de tecnología móvil en los negocios*, la cual propone una aplicación móvil y una arquitectura que permita sistematizar la captura de información, para el registro de entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria, así como generación de reportes en comunidades con poco o nulo acceso a internet.

El estudio busca desarrollar un *software* para la recolección y el almacenamiento de datos, que permitirá eliminar el uso de encuestas en papel y exportar de forma fácil y rápida los datos para su análisis y presentación.

A pesar de que la adopción de teléfonos inteligentes en el mundo ha crecido en los últimos años, el acceso a internet no ha aumentado con la misma velocidad. Muchas zonas en el mundo continúan realizando sus labores sin el uso de internet, por lo cual tener un teléfono inteligente o una *tablet* para recolectar datos en línea es una necesidad. La persona encargada de recolectar la información puede trabajar en lugares con poco o nulo acceso a internet, almacenar los datos en su dispositivo móvil, pero al momento de tener conexión a internet sincronizará toda la información al servidor central de la solución de *software*.

Por otro lado, registrar la georreferenciación por medio de un dispositivo móvil permite representar datos, que en papel simplemente quedaban en un reporte sencillo o en una tabla, en un mapa más completo con un tiempo de actualización y respuesta mucho menor.

Por lo tanto, el presente proyecto permitirá mejorar la experiencia de los usuarios, tanto de las personas de las comunidades rurales, quienes reciben los beneficios, como de las personas que recolectan los datos. Los usuarios encargados de analizar y tomar decisiones tendrán la información disponible todo el tiempo.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar e implementar un sistema de captura de información para el registro de entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria, así como generación de reportes en comunidades con poco o nulo acceso a internet, por medio de una arquitectura de microservicios.

5.2. Específicos

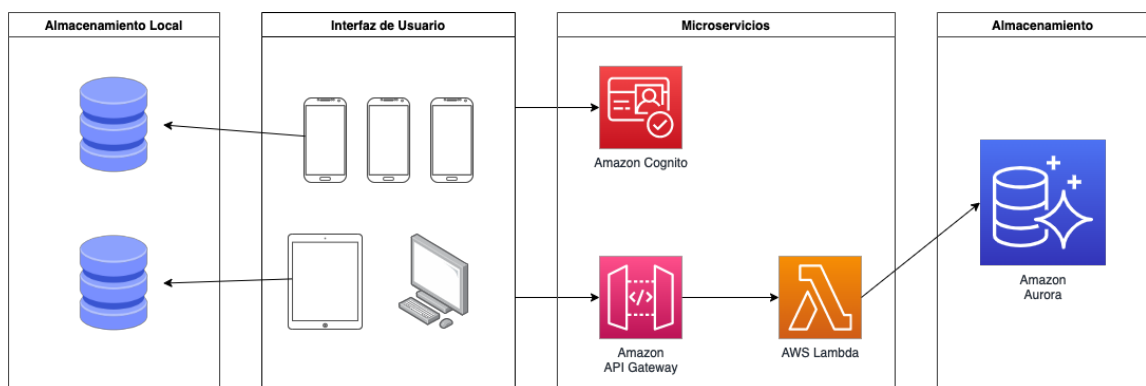
- Validar si una aplicación móvil híbrida permite la captura de información de las entregas de alimentos, de los programas de asistencia alimentaria, sin tener conexión a internet.
- Definir e implementar un modelo de almacenamiento para la información de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria, para lograr consistencia y durabilidad.
- Definir el método de georreferenciación que permita conocer la ubicación del dispositivo de captura de información de las entregas de alimentos de los programas de asistencia alimentaria.
- Realizar una prueba de concepto con el objetivo de comprobar la viabilidad de la solución.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Al recolectar manualmente y en papel la información de las entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria, se carece de retroalimentación del progreso de los encuestadores y no existe forma de evaluar su rendimiento. Así mismo, se generan reportes inconclusos o inexactos debido a información incompleta o equivocada; no existe un seguimiento a las personas encuestadas, por lo cual los dirigentes toman decisiones erróneas y, por ende, los costos son más elevados. Finalmente, surge la necesidad de georreferenciar el lugar donde se está llevando a cabo la recolección de información, a modo de tener un cierto grado de seguridad de que los datos son capturados en el lugar geográfico deseado.

A partir de lo anterior, se presenta el siguiente esquema de solución:

Figura 1. **Arquitectura de microservicios**



Fuente: elaboración propia, hecho con Visio 2019.

Al implementar una arquitectura de microservicios debe quedar claro que todos los servicios que se construyen están diseñados para ser integrados con otros servicios; por lo cual, se dice que todos los servicios deben tener la capacidad de exponer su funcionalidad, de tal manera que otros puedan interactuar con él. Con esta arquitectura, una aplicación se conforma de múltiples componentes independientes, que ejecutan procesos como un servicio y cada servicio puede desempeñar solamente una función. Además, cada servicio puede ser actualizado, implementado y escalado de forma independiente.

La primera parte de la solución es una aplicación móvil, con cual se realiza la captura de información. Esta aplicación muestra el formulario de datos que debe completarse, para generar un registro de entrega de alimentos de un programa de asistencia alimentaria en específico. La característica de esta aplicación es que puede funcionar con y sin conexión a internet; tiene la capacidad de almacenar temporalmente los datos en el dispositivo móvil en una base de datos local, para su posterior sincronización con la base de datos central. Esta base de datos local almacenará la información de los registros por medio de un formato JSON, para facilitar la sincronización con la base de datos central.

Amazon Cognito es el servicio que permite administrar la creación de usuarios, controlar el acceso de estos, realizar el proceso de inicio de sesión y definir roles con la finalidad de que los usuarios puedan acceder solamente a los recursos autorizados.

Amazon API Gateway es el servicio que permite crear, publicar, mantener, monitorear y proteger el API, el cual hace posible que las aplicaciones accedan a los servicios de la solución. Así mismo, se encarga de administrar todo el tráfico, con capacidad de procesar miles de llamadas simultáneas.

AWS Lambda permite ejecutar un código sin necesidad de aprovisionar ni administrar la infraestructura, como se haría de forma tradicional. Lambda ejecuta el código en una infraestructura informática de alta disponibilidad, y realiza todas las tareas de administración de los recursos informáticos. Además, tiene la capacidad de responder a solicitudes en cualquier escala, pueden ser desde unas cuantas peticiones al día hasta miles, simultáneamente.

Amazon Aurora es el encargado de administrar la base de datos relacional; es aquí donde se almacena toda la información, porque es la base de datos central o principal del sistema. Este motor de base de datos tiene la capacidad de crecer automáticamente, según lo necesite.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Análisis y diseño de sistemas

El análisis y diseño de sistemas busca comprender qué necesitan los humanos para analizar la entrada o el flujo de datos de manera sistemática, procesar o transformar los datos, almacenarlos y producir información en el contexto de una organización específica.

El análisis y diseño de sistemas se utiliza para analizar, diseñar e implementar las mejoras en el apoyo para los usuarios y las funciones de negocio que se puedan llevar a cabo mediante el uso de sistemas de información computarizados.

Se presentan las siguientes siete fases del ciclo de desarrollo de sistemas:

- Identificación de los problemas, oportunidades y objetivos.
- Determinación de los requerimientos humanos de información.
- Análisis de las necesidades del sistema.
- Diseño del sistema recomendado.
- Desarrollo y documentación del software.
- Prueba y mantenimiento del sistema.
- Implementación y evaluación del sistema. (Kendall y Kendall, 2011, p. 6-8)

7.2. Sistema de captura de información

Un sistema de captura de información es una solución que permite automatizar “el proceso de recopilación de información proveniente de diversas fuentes. El propósito de la captura de datos es proporcionar los conocimientos necesarios para el análisis empresarial, la investigación y la toma de decisiones” (Intel, 2022, párr. 2).

7.3. Programa de asistencia alimentaria

Un programa de asistencia alimentaria es un proyecto que busca distribuir “alimentos a la población que afronta dificultades eventuales, en materia alimentaria y nutricional o que vive en riesgo de inseguridad alimentaria. Con lo que se consigue que estos grupos afronten la inseguridad alimentaria y reinicien los procesos productivos” (MAGA, 2013, párr. 1).

7.3.1. Alimento

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), un alimento es una sustancia que puede ser ingerida por una persona y que aporta un valor nutricional. Por ejemplo: arroz, harina, frijol, aceite. (MAGA, 2013)

7.3.2. Canasta básica

La canasta básica se define como “un conjunto de alimentos que constituyen un mínimo necesario para satisfacer por lo menos las necesidades energéticas y proteínicas de una familia” (INE, 2022, p. 3).

7.3.3. Ración

Según el MAGA (2013), una ración es un conjunto de alimentos de la canasta básica.

7.4. Internet

Internet es la conexión de los dispositivos informáticos por medio de cables físicos o de manera inalámbrica, controlados por protocolos de comunicación, equipos intermedios de comunicación como *routers* y *switches*, y proveedores de los servicios que constituyen una red de comunicación. (Pincay Romero, 2015, p. 151)

Pincay Romero (2021) continúa explicando que es necesario emplear protocolos TCP/IP para tener comunicación en la red; estos protocolos utilizan un lenguaje común, el cual permite configurar la red.

7.5. Georreferenciación

La georreferenciación se define como “el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra” (Aguiluz, 2022, párr. 3).

7.5.1. Georreferenciación en dispositivos móviles

La tecnología aplicada a la georreferenciación y cartografía permiten que los mapas tradicionales se conviertan en mapas interactivos, los cuales se componen de capas. Estos mapas interactivos tienen acceso a través de un

navegador, ya sea en una computadora o un dispositivo móvil. Los dispositivos móviles son ideales y fundamentales para el desarrollo de estas aplicaciones, ya que cuentan con un GPS que permite localizar el dispositivo, tienen la capacidad de conectarse a internet y poseen un conjunto de sensores que posibilitan obtener, visualizar y compartir información geográfica en tiempo real. El tener capacidad de asignar coordenadas geográficas a casi cualquier elemento, permite, por ejemplo: obtener la ubicación desde donde se toma una fotografía y así poder ubicarla visualmente en un mapa. (Señoris y Yemini, 2019)

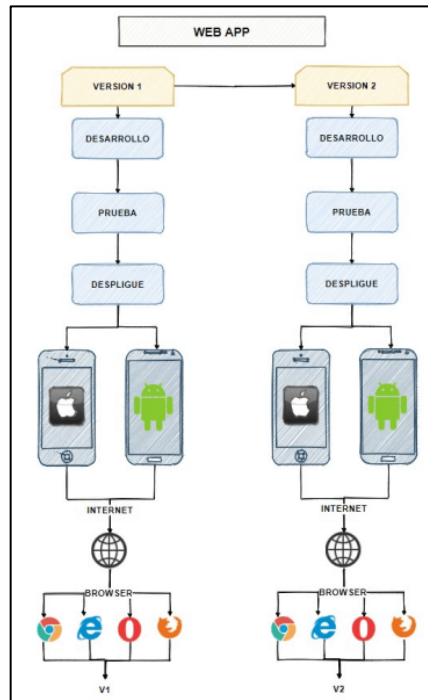
7.6. Tipos de aplicación móvil

“Las aplicaciones se pueden clasificar en función de la utilidad que queramos darles, o bien según las necesidades del dispositivo y de la complejidad de la propia aplicación” (Ramírez, 2019, p. 21).

7.6.1. Aplicación web sobre móvil

Ramírez (2019) explica que una aplicación web sobre móvil es una aplicación web ejecutada en el navegador de un dispositivo móvil, sin necesidad de ser instalada. Estas son aplicaciones que buscan aprovechar el máximo de las capacidades del dispositivo en el que se ejecutan, por ejemplo: obtienen posición geográfica o información almacenada directamente en el dispositivo.

Figura 2. Esquema aplicación web sobre móvil



Fuente: Bernal (2021). *Principales tipos de aplicaciones móviles: ventajas, desventajas y ejemplos*. Consultado el 12 de abril de 2022. Recuperado de <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>.

7.6.1.1. Ventajas

Ramírez (2019) presenta las siguientes ventajas de una aplicación web sobre móvil:

- El tiempo de desarrollo y precio de desarrollo son bajos.
- Es multiplataforma.
- No se puede acumular información en el almacenamiento local del dispositivo.

7.6.1.2. Desventajas

Ramírez (2019) presenta las siguientes desventajas de una aplicación web sobre móvil:

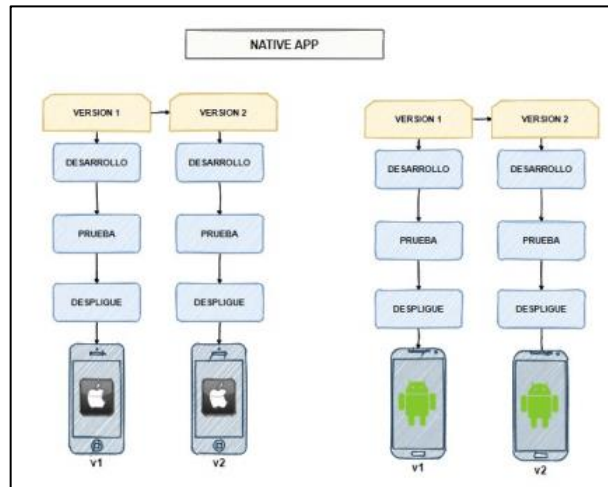
- No es posible subir la aplicación a las tiendas de aplicaciones móviles.
- Requiere acceso a internet.
- Baja considerable de rendimiento en comparación con una aplicación nativa.
- No se tiene la capacidad de acceder y utilizar todas las funcionalidades ofrecidas por el dispositivo en el que se ejecuta, por ejemplo: sensores, cámaras, contactos, calendario.

7.6.2. Aplicación móvil nativa

Según Ramírez (2019) una aplicación nativa es desarrollada únicamente para una plataforma específica. En este tipo de aplicaciones, para soportar plataformas distintas a la plataforma de desarrollo, se requiere un esfuerzo adicional, ya que no cuentan con ningún tipo de estandarización tanto en las capacidades como en los entornos de desarrollo. Una aplicación nativa aprovecha al máximo los dispositivos en los que se ejecuta, al conseguir una mejor experiencia de usuario y, por lo tanto, es la que mayor potencial tiene.

Las plataformas para aplicaciones nativas más conocidas son iOS, Android, Windows Phone y BlackBerry; alguna de ellas ya están descontinuadas o con muy poco uso en el mercado. (Ramírez, 2019)

Figura 3. Esquema aplicación móvil nativa



Fuente: Bernal (2021). *Principales tipos de aplicaciones móviles: ventajas, desventajas y ejemplos*. Consultado el 12 de abril de 2022. Recuperado de <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>.

7.6.2.1. Ventajas

Ramírez (2019) presenta las siguientes ventajas de una aplicación móvil nativa:

- Rendimiento máximo.
- Tiene la capacidad de acceder y utilizar todas las funcionalidades ofrecidas por el dispositivo en el que se ejecuta, por ejemplo: sensores, cámaras, contactos, calendario, verificar conexión a internet, verificar conexión para localización, obtener información de la batería.
- Se tiene la capacidad de subir la aplicación a las tiendas de aplicaciones móviles.
- No siempre es necesario tener conexión a internet.

7.6.2.2. Desventajas

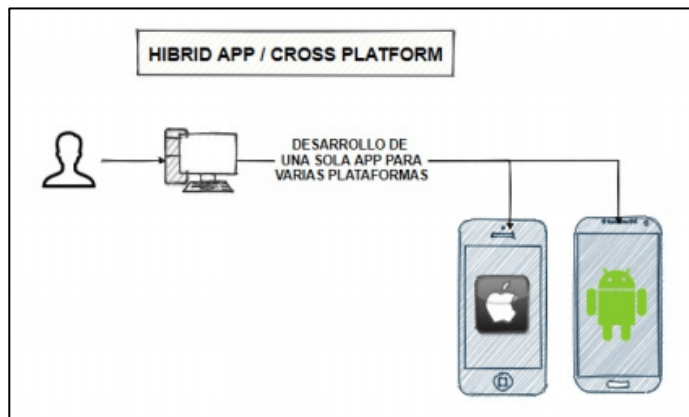
Ramírez (2019) presenta las siguientes desventajas de una aplicación móvil nativa:

- El costo y tiempo de desarrollo es alto.
- No es multiplataforma, por lo tanto, se requiere aprender distintos lenguajes de programación nativos, por ejemplo, Kotlin y Swift.

7.6.3. Aplicación móvil híbrida

Una aplicación híbrida o multiplataforma está diseñada en un mismo ciclo de desarrollo para múltiples plataformas. (Ramírez, 2019)

Figura 4. Esquema aplicación móvil híbrida



Fuente: Bernal (2021). *Principales tipos de aplicaciones móviles: ventajas, desventajas y ejemplos*. Consultado el 12 de abril de 2022. Recuperado de <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>.

7.6.3.1. Ventajas

Ramírez (2019) presenta las siguientes ventajas de una aplicación móvil híbrida:

- Tiene un coste y tiempo de desarrollo medio.
- Es multiplataforma.
- Se tiene la ventaja de subir la aplicación a las tiendas de aplicaciones móviles.
- Sí se tiene la capacidad de acceder y utilizar todas las funcionalidades ofrecidas por el dispositivo en el que se ejecuta, por ejemplo: sensores, cámaras, contactos, calendario, verificar conexión a internet, verificar conexión para localización, obtener información de la batería.
- No siempre es necesario tener conexión a internet.

7.6.3.2. Desventajas

Ramírez (2019) presenta las siguientes desventajas de una aplicación móvil híbrida:

- Tiene un rendimiento inferior y el acceso al dispositivo es menos permisivo que en las aplicaciones nativas.

7.6.4. Resumen

En la siguiente tabla hacemos un resumen comparativo de los distintos tipos de aplicaciones móviles:

Tabla I. **Resumen de tipos de aplicación móvil**

Tipos de aplicaciones web/ Características	Aplicaciones Nativas	Aplicaciones Híbridas	Aplicaciones Web
Coste de desarrollo	Alto	Medio	Bajo
Tiempo de desarrollo	Alto	Medio	Bajo
Multiplataforma	No	Sí	Sí
Rendimiento	Alto	Medio	Bajo
Apps Stores	Sí	Sí	No
Acceso al dispositivo	Completo	Alto/ Completo	Parcial
Conexión a internet	No siempre necesario	No siempre necesario	Siempre
Espacio en el dispositivo	Sí	Sí	No

Fuente: Bernal (2021). *Principales tipos de aplicaciones móviles: ventajas, desventajas y ejemplos*. Consultado el 12 de abril de 2022. Recuperado de <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>.

7.7. Base de datos

Marqués (2011) define una base de datos como “un conjunto de datos almacenados en memoria externa, que están organizados mediante una estructura de datos. Cada base de datos ha sido diseñada para satisfacer los requisitos de información de una empresa u otro tipo de organización” (p. 2). Agrega que “una base de datos se puede percibir como un gran almacén de datos que se define y se crea una sola vez, y que se utiliza al mismo tiempo por distintos usuarios” (p. 2).

Marqués (2011) continúa explicando que una base de datos también almacena algo llamado metadatos, que no es más que un detalle y explicación de los datos; estos metadatos son almacenados en un diccionario o catálogo de datos.

7.7.1. Sistema de gestión de bases de datos

El sistema de gestión de la base de datos (SGBD) es definido por Marqués (2011) como “una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y mantener la base de datos, además de proporcionar un acceso controlado a la misma” (p. 3).

Marqués (2011) explica que un SGBD cuenta con los servicios descritos a continuación:

- Definición de la base de datos, el cual utiliza un lenguaje de definición de datos o DDL. Con este lenguaje se tiene la capacidad de definir la estructura, tipo y restricciones de los datos.
- Lenguaje de manipulación de datos o DML, el cual permite insertarlos, actualizarlos, eliminarlos y consultarlos.
- Administrar el acceso a la base de datos. Esta administración incluye los siguientes sistemas:
 - Seguridad para conocer qué usuarios tienen o no acceso a la base de datos.
 - Integridad: mantener la integridad y consistencia de los datos.
 - Control de concurrencia con capacidad para que múltiples usuarios accedan a la base de datos al mismo tiempo.
 - Control de recuperación que cuando exista un fallo en el *hardware* o *software* se restablece la base de datos a un punto de sincronización anterior al fallo.
 - Un diccionario o catálogo de datos, el cual muestra un detalle y explicación de la información de la base de datos.

7.7.2. Modelo relacional

Los sistemas de bases de datos, según Marqués (2011), “proporcionan cierto nivel de abstracción de datos, al ocultar las características sobre el almacenamiento físico que la mayoría de los usuarios no necesita conocer” (p. 14). Esta abstracción se logra con un modelo de datos, el cual se define como “un conjunto de conceptos que sirven para describir la estructura de una base de datos, es decir, los datos, las relaciones entre los datos y las restricciones que deben cumplirse sobre los datos” (Marqués, 2011, p. 14).

El presente trabajo se enfoca en el modelo relacional, el cual estructura los datos lógicamente como tablas formadas por filas y columnas. En cuanto a la estructura física, esta puede ser implementada con estructuras de datos tan complicadas como se quiera. Una de las características principales de este modelo es que la estructura lógica de la información es sencilla de comprender.

7.7.3. Lenguaje SQL

Structured Query Language (SQL) es un lenguaje estándar para definir o manipular los datos en una base de datos relacional. (Marqués, 2011)

Según Marqués (2011), el programa SQL cuenta con múltiples sentencias, las cuales se agrupan de la siguiente manera:

- Sentencias de definición de datos, que permiten crear, alterar y eliminar tablas, vistas, índices y disparadores.
- Sentencias de manipulación de datos, que permiten insertar, modificar, eliminar o consultar la información de la base de datos.
- Sentencias de control, que permiten crear usuarios, conceder o revocar privilegios a un usuario.

7.8. Replicación de base de datos

Replicar una base de datos conlleva a crear y mantener múltiples copias de esa misma base de datos. (Bertone, Ruscuni, Milatón y Mauriello, 2012)

La replicación de base de datos puede ser de forma síncrona o asíncrona. La réplica de datos asíncrona busca actualizar la base replicada al momento de que la base de datos central o principal confirma un cambio; es importante dejar claro que puede configurarse un tiempo de retraso para poder realizar esta sincronización, que puede no ser inmediatamente. Cabe destacar que los datos son sincronizados en todas las bases de datos con el mismo valor; a esto se le llama consistencia de los datos. Por otro lado, la réplica de datos síncrona realiza la sincronización inmediatamente después de que se indica que existe un cambio en la base de datos principal. La réplica de datos síncrona utiliza la tecnología de confirmación en dos fases, para proteger la integridad de los datos. (Bertone *et al.*, 2012)

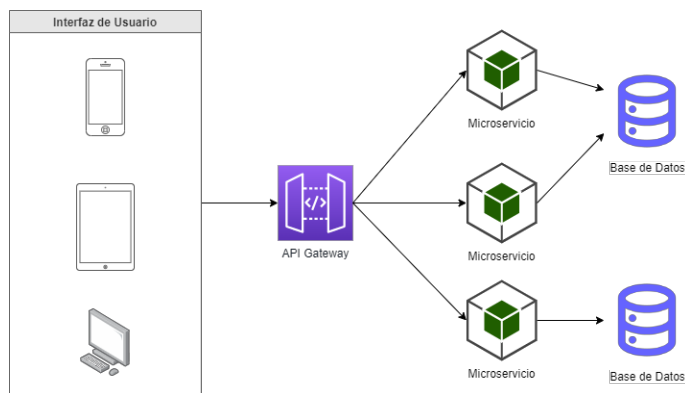
La confirmación de dos fases aplica los cambios solamente cuando todas las partes involucradas aceptan dicho cambio. Por lo tanto, una réplica síncrona es ideal cuando se quiere sincronizar la información inmediatamente, mientras que una réplica asíncrona es más flexible, ya que pueden existir fallas en el sistema o en la red. (Milán, 2008)

7.9. Microservicios

López (2017) define los microservicios como “un enfoque para el desarrollo de una aplicación única como un conjunto de pequeños servicios, cada uno ejecutándose en su propio proceso y mecanismos ligeros de comunicación, a menudo un recurso de una interfaz de programación de aplicaciones” (p. 28).

López (2017) continúa explicando que los microservicios pueden desarrollarse al utilizar lenguajes de programación distintos y con bases de datos distintas. Finalmente, una definición más corta de microservicio sería “pequeños servicios autónomos que trabajan juntos” (López, 2017, p. 28).

Figura 5. **Esquema arquitectura de microservicios**



Fuente: elaboración propia, hecho con Visio 2019.

7.9.1. Beneficios

López (2017) presenta los siguientes beneficios de los microservicios:

- Aplicaciones listas para comercializarse más rápidamente
- Gran capacidad de expansión
- Capacidad de recuperación

- Facilidad de implementación
- Accesibilidad
- Aplicaciones más abiertas

7.9.2. Desafíos

López (2017) presenta los siguientes desafíos de los microservicios:

- Diseño
- Pruebas
- Control de versiones
- Implementación
- Registro
- Monitoreo
- Depuración
- Conectividad

7.9.3. API Gateway

TIBCO (2022) explica que un API Gateway es una puerta de enlace que permite gestionar el tráfico o comunicación entre la interfaz de usuario, así como los microservicios de la solución. Pero un API Gateway no solamente es una puerta de enlace, también presenta otras funcionalidades, las cuales se mencionan a continuación:

- Seguridad: permite manejar autenticación y autorización.
- Permite controlar quién, cuándo y cómo se utilizan los microservicios.
- Posibilita efectuar un monitoreo de los servicios.

7.10. Arquitectura sin servidor

Una arquitectura sin servidor se define como “una manera de crear y ejecutar aplicaciones y servicios sin tener que administrar infraestructura” (AWS, 2022, párr. 1).

7.10.1. Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) es un conjunto o colección de servicios en la nube que ofrece Amazon. Servicios tales como “tecnologías de infraestructura como cómputo, almacenamiento y bases de datos hasta tecnologías emergentes como aprendizaje automático e inteligencia artificial, lagos de datos y análisis e internet de las cosas” (AWS, 2022, párr. 2).

El presente trabajo utiliza AWS para implementar la solución, debido a que esta colección de servicios tiene la capacidad de implementar una arquitectura de microservicios. También ofrece una calculadora de precios, la cual posibilita estimar el costo de una solución y cuenta con una capa gratuita para explorar y probar los distintos servicios.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis y diseño de sistemas

2.2. Sistema de captura de información

2.3. Asistencia alimentaria

2.3.1. Alimento

2.3.2. Canasta básica

2.3.3. Ración

2.4. Internet

2.5. Georreferenciación

2.5.1. Georreferenciación en dispositivos móviles

2.6. Tipos de aplicación móvil

2.6.1. Aplicación web sobre móvil

2.6.1.1. Ventajas

- 2.6.1.2. Desventajas
 - 2.6.2. Aplicación móvil nativa
 - 2.6.2.1. Ventajas
 - 2.6.2.2. Desventajas
 - 2.6.3. Aplicación móvil híbrida
 - 2.6.3.1. Ventajas
 - 2.6.3.2. Desventajas
 - 2.6.4. Resumen
- 2.7. Base de datos
 - 2.7.1. Sistema de gestión de bases de datos
 - 2.7.2. Modelo relacional
 - 2.7.3. Lenguaje SQL
- 2.8. Replicación de base de datos
- 2.9. Microservicios
 - 2.9.1. Beneficios
 - 2.9.2. Desafíos
 - 2.9.3. API Gateway
- 2.10. Arquitectura sin servidor
 - 2.10.1. Amazon Web Services

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

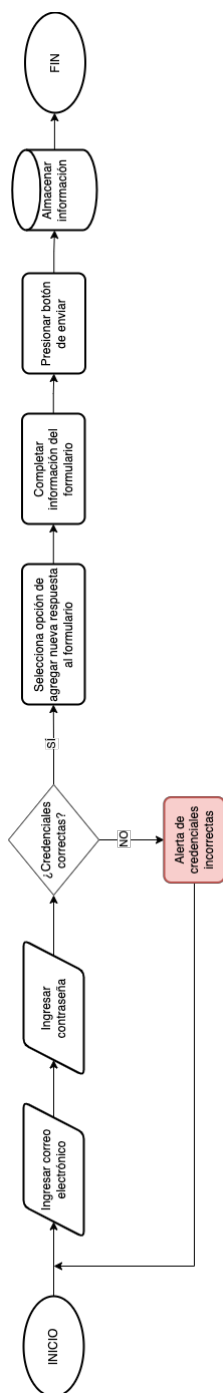
9. METODOLOGÍA

9.1. Validación del funcionamiento

La validación del correcto funcionamiento del prototipo es un paso importante, por lo tanto, se efectuará una simulación controlada, a la cual la solución debe responder. Esta simulación constará de los siguientes escenarios:

- Primer escenario: funcionamiento ideal, donde el dispositivo móvil con el que se captura la información sí cuenta con conexión a internet, y no existe problema para sincronizar la información con la base de datos central. El flujo es el siguiente:
 - El usuario encargado de hacer la captura de información inicia sesión en la aplicación.
 - Selecciona la opción de agregar nueva respuesta al formulario.
 - Completa la información solicitada en el formulario, presiona un botón, confirma y envía la información.
 - La información es trasladada a la base de datos central.

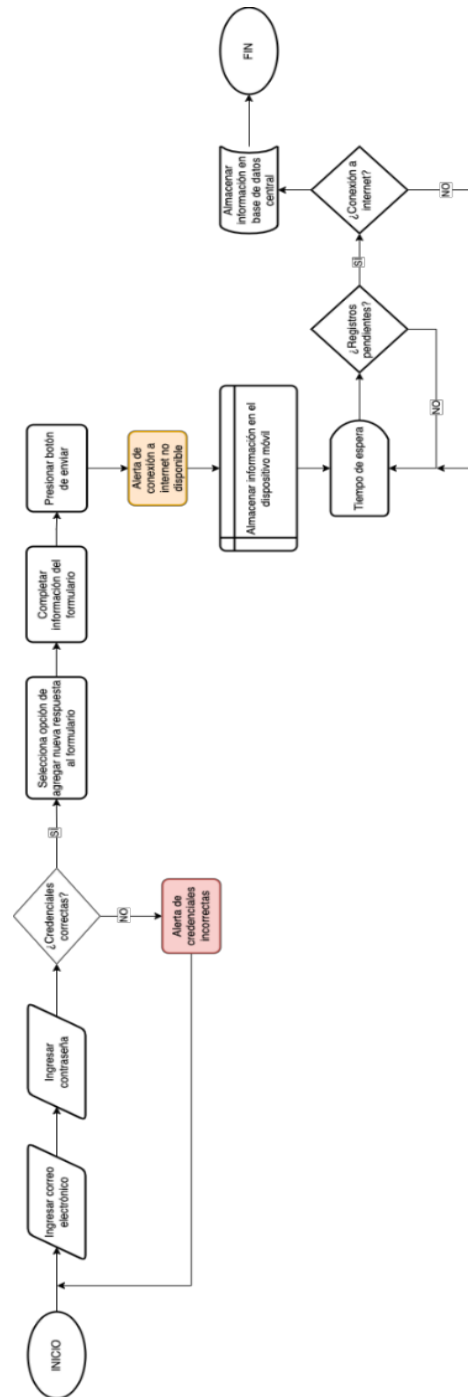
Figura 6. Diagrama de flujo, primer escenario



Fuente: elaboración propia, hecho con Visio 2019.

- Segundo escenario: el dispositivo con el que se está capturando la información no tiene conexión a internet, lo cual impide sincronizar inmediatamente la información con la base de datos central. El flujo es el siguiente:
 - El usuario encargado de realizar la captura de información inicia sesión en la aplicación.
 - Selecciona la opción de agregar nueva respuesta al formulario.
 - Completa la información solicitada en el formulario, luego presiona un botón, confirma y envía la información.
 - La aplicación muestra una alerta e indica que en ese momento no se tiene conexión a internet, por lo tanto, se almacenará la información recolectada en la memoria local del dispositivo.
 - La aplicación revisará constante y automáticamente si existen registros pendientes de sincronizar. Al detectarlos y verificar que también hay conexión a internet, efectuará la sincronización.

Figura 7. Diagrama de flujo, segundo escenario



Fuente: elaboración propia, hecho con Visio 2019.

9.2. Recolección de datos

Los datos serán recolectados por personas a través de una aplicación móvil.

Para conocer más a detalle la información necesaria para cada uno de los módulos de la aplicación, ver desde el Apéndice 1 al Apéndice 4.

Los datos del formulario que se pasará a las personas de las comunidades se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II. Datos formulario

Campo	Descripción	Tipo de dato	¿Es obligatorio?	¿Es catálogo?	Elementos del catálogo
Departamento	Departamento al que pertenece la persona encuestada	String	Sí	Sí	Consultar Anexo 1
Municipio	Municipio al que pertenece la persona encuestada	String	Sí	Sí	Consultar Anexo 1
Lugar Poblado	Lugar poblado al que pertenece la persona encuestada	String	Sí	Sí	Consultar Anexo 1
CUI	Código Único de Identificación	String	Sí	No	
Primer nombre	Primer nombre de la persona	String	Sí	No	
Segundo nombre	Segundo nombre de la persona	String	No	No	
Tercer nombre	Tercer nombre de la persona	String	No	No	
Primer apellido	Primer apellido de la persona	String	Sí	No	
Segundo apellido	Segundo apellido de la persona	String	Sí	No	
Apellido de casada	Apellido de casada de la persona	String	No	No	
Sexo	Sexo de la persona	String	Sí	Sí	• Hombre • Mujer
Pueblo	Pueblo al que pertenece la persona	String	Sí	Sí	• Maya • Garífuna • Xinka • Ladino

Continuación de la tabla II.

Comunidad lingüística	Comunidad lingüística a la que pertenece la persona	String	Sí	Sí	• ACHI' • AKATEKA • AWAKATEKA • CH'ORTI' • CHALCHITEKA • CHUJ • ESPAÑOL • GARIFUNA • ITZA' • IXIL • JAKALTEKA • K'ICHE' • KAQCHIKEL • MAM • MOPAN • POQOMAM • POQOMCHI' • Q'ANJOB'AL • Q'EQCHI' • SAKAPULTEKA • SIPAKAPENSE • TEKTITEKA • TZ'UTUJIL • USPANTEKA • XINCA
Beneficio recibido	Beneficio que la persona recibe, por ejemplo: maíz, frijol, arroz.	Ración	Sí	Sí	Las opciones de este catálogo serán creadas utilizando la aplicación móvil en el módulo de administración de raciones
Observaciones	Información complementaria sobre la entrega realizada por la persona que realiza la encuesta	String	No	No	
Fecha y hora de entrega	Fecha y hora en la que se realizó la entrega del beneficio a la persona. El valor de este campo será capturado automáticamente por el dispositivo móvil.	Date Time	Sí	No	
Geolocalización	Información sobre la ubicación geográfica del dispositivo móvil con el que se realiza la captura de información. El valor de este campo será capturado automáticamente por el dispositivo móvil.	JSON	Sí	No	

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

9.3. Perspectiva investigativa

El presente proyecto tiene un alcance de tipo explicativo. Se explicará cómo una aplicación móvil híbrida y una arquitectura de microservicios permiten sistematizar la captura de información, para el registro de entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria, así como generación de reportes en comunidades con poco o nulo acceso a internet.

9.4. Perspectiva técnica

La solución se enfocará en el diseño e implementación de una arquitectura basada en microservicios, por medio de la colección de servicios en la nube de Amazon Web Services; Esta arquitectura ofrece manejo de concurrencia, escalabilidad, autenticación y seguridad en la transmisión de información. Así mismo, se definirá un estándar para la integración y comunicación de los servicios del prototipo de sistema de captura de información, para el registro de entregas de alimentos, de programas de asistencia alimentaria en comunidades con poco o nulo acceso a internet.

9.5. Perspectiva de resultados

Es un prototipo de sistema de captura de información para el registro de entregas de alimentos, de programas de asistencia alimentaria en comunidades con poco o nulo acceso a internet, que será implementado sobre una arquitectura de microservicios. Dicho prototipo contará con las siguientes funcionalidades:

- Administración de usuarios
- Administración de programas de asistencia alimentaria
- Administración de alimentos

- Administración de raciones
- Llenar formulario con conexión a internet
- Llenar formulario sin conexión a internet
- Vista de reportes de la información recolectada

Como parte de esta implementación, también se espera lo siguiente:

- Definición del estándar de comunicación entre los servicios de la solución.
- Definición del esquema de base de datos, que permita almacenar correctamente la información.
- Definición del proceso de sincronización de información desde la aplicación móvil a la base de datos principal.
- Validación del prototipo a través de una prueba de concepto.

9.6. Estándar de comunicación

El estándar de comunicación es API REST, un sistema que permitirá intercambiar información entre los servicios de la solución.

Para hacer llamadas al API se utiliza el protocolo de transferencia de hipertexto o HTTP, el cual es el protocolo de transmisión de información entre dos puntos de la red. A cada uno de los recursos ofrecidos por la solución se podrá acceder a través de una URL, por ejemplo: <http://www.aplicacionmatic.com/alimentos/5>.

El protocolo HTTP ofrece distintos métodos, los cuales posibilitan comunicar al servidor que se quiere realizar con el recurso especificado en la URL. Algunos de estos métodos son los siguientes:

- GET: utilizado para obtener un recurso.
- POST: utilizado para enviar datos al servidor.
- PUT: utilizado para actualizar contenido.
- DELETE: utilizado para eliminar recursos.

Finalmente, para cada petición realizada en el API se tiene un código de estado de respuesta, que indica si se completó correctamente o no una solicitud HTTP. Estos códigos se agrupan de la siguiente manera:

- Respuestas informativas (100 – 199)
- Respuestas satisfactorias (200 – 299)
- Redirecciones (300 – 399)
- Error en el cliente (400 – 499)
- Error en el servidor (500 – 599)

9.7. Implementación de la solución

La ejecución de la solución constará de los siguientes pasos:

- Definición de roles del sistema.
- Definición de requerimientos funcionales.
- Definición del modelo de almacenamiento para la base de datos local de la aplicación móvil, como para el modelo de la base de datos central.
- Programación de los módulos de la aplicación móvil.
- Programación de los microservicios de la solución en la nube.
- Pruebas de los módulos implementados.
- Mantenimiento, eliminar errores y adaptar o mejorar funcionalidades.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

10.1. Ejemplo de datos a recolectar

Los campos que contiene el formulario se encuentran definidos en el capítulo de metodología. A continuación, se presenta un ejemplo de un posible reporte de la información que se recolectará con los dispositivos móviles.

Tabla III. Datos recolectados, parte 1

Departamento	Municipio	Comunidad	CUI	Primer Nombre	Segundo Nombre	Tercer Nombre	Primer Apellido
HUEHUETENANGO	SAN PEDRO NECTA	TAPIX	1234567893214	HEIDY	LORENA		RUIZ
HUEHUETENANGO	SAN PEDRO NECTA	TAPIX	1596876671306	FRANCISCA			BRAVO
HUEHUETENANGO	SAN PEDRO NECTA	TAPIX	2712182821306	NELVY			MÉNDEZ
HUEHUETENANGO	SAN PEDRO NECTA	EL NAZARENO	1856453801306	JOVA			MORALES
HUEHUETENANGO	SAN PEDRO NECTA	EL NAZARENO	1853276801306	PAULINA			MÉNDEZ
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	CASERIO BUENA VISTA	1888195411319	OLGA			GARCÍA
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	CASERIO BUENA VISTA	1889006401329	MARICELDA			GODÍNEZ
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	CASERIO BUENA VISTA	3246977751329	ERICA	ADELAIDA		GODÍNEZ
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	CASERIO BUENA VISTA	1853359771329	ORALIA			PÉREZ
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	PARAJE LETRERO	3172076521312	MIRTA	ELVIRA		MENDOZA
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	ALDEA LA CUMBRE	2798328930113	ANA	MARIANA		GODÍNEZ
HUEHUETENANGO	SAN GASPAR IXCHIL	ALDEA LA CUMBRE	3247068471329	EDNA	ELISA		LÓPEZ
HUEHUETENANGO	CONCEPCION HUISTA	SECHEU	2761156781322	ELOISA			LÓPEZ
HUEHUETENANGO	PETATAN	CASERIO CHAPUL	1850658131322	Mercedes			Hernández
HUEHUETENANGO	PETATAN	CASERIO CHAPUL	2108359661322	Santiago	Catarina		Ramírez
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XEUL	2746543260913	MIGUEL			RISCAJCHE
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XEUL	2626019230913	JUAN	NICOLAS		OTZOY
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	LA LIBERTAD	1879703780913	MARÍA	LUISA		SOP
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	LA LIBERTAD	1967364470913	ERNESTO			XEC
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	2752997750913	NICOLAS			YAC
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	1802165890913	OBISPO	ANDRES		CACATZUM
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	2429677360913	PILAR			SOP
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	1927892600913	MICAELA			TZOC
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	1626685970913	JORGE	ANCELMO		SOP
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	1982615780913	MARÍA			QUIM
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XEUL	3515461970913	MATEO			CACATZUM
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	1582649160913	ANTONIO			SOP
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XEUL	1967365280913	IGNACIO			SANCHEZ
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XEUL	1968906080913	CRISTOBAL			SANCHEZ
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XOLTEM	1931681890913	CATARINA			SOC
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	EL PARAÍSO	2802480240913	LUQANO			SIQUINÁ
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XEUL	1657925580913	SEBASTIAN	ALFONSO		SIQUINÁ
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XOLTEM	1943270780913	DOMINGA	VIBIANA		SOP
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	XOLTEM	2645637940913	ABRAHAM			MARROQUIN
QUETZALTENANGO	ALMOLONGA	PARAISO	1927981620913	CATARINA	INOCENTA		SOP

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

Tabla IV. Datos recolectados, parte 2

Segundo Apellido	Apellido de Casada	Género	Pueblo	Comunidad Lingüística	Beneficio Recibido	Observaciones	Fecha de Entrega
VELÁSQUEZ		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
MÉNDEZ		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
BRAVO		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
LÁZARO		MUJER	MAYA	MAM	FRUJOL		21/04/22
LÓPEZ		MUJER	MAYA	MAM	FRUJOL		21/04/22
CORONADO	ANTÓN	MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
LÓPEZ		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
LÓPEZ		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
PÉREZ	ANTÓN	MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		21/04/22
LÓPEZ		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		30/05/22
REAL		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		30/05/22
ANTÓN		MUJER	MAYA	MAM	MAIZ		30/05/22
GARCÍA		MUJER	MAYA	ESPAÑOL	MAIZ		17/06/22
Gregoria	De Hernández	MUJER	MAYA	JAKALTEKA	MAIZ		17/06/22
Recinos	De Ramírez	MUJER	MAYA	JAKALTEKA	MAIZ		17/06/22
BALUX		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
SIQUINA		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
SANCHEZ	TZUM	MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
SOLIS		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
OTZOY		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
IXPERTAY		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
SIQUINÁ		MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
GONÓN	SOP	MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
LÓPEZ		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		21/04/22
SIQUINA	MAZARIEGOS	MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		30/05/22
IXPERTAY		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		30/05/22
COTOC		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		30/05/22
CANASTUJ		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		17/06/22
SIQUINÁ		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		17/06/22
GONÓN		MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		17/06/22
CHOJOLÁN		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		18/06/22
MEJIA		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		18/06/22
TZOC		MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		18/06/22
GÓMEZ		HOMBRE	MAYA	KICHE	ARROZ		18/06/22
SOP	YAC	MUJER	MAYA	KICHE	ARROZ		18/06/22

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

10.2. Proceso de sincronización de información

A continuación, describiremos el proceso de sincronización de la información, desde la base de datos local de los dispositivos móviles hasta la base de datos central donde se encontrará toda la información. Cabe destacar que este flujo aplica cada vez que se guarde información en el dispositivo móvil, y no se tenga conexión a internet para enviarla inmediatamente a la base de datos central.

- Se verifica en la base de datos local del dispositivo móvil si existen registros pendientes de sincronizar. Si este fuera el caso, se toma el primer registro en la cola y se intenta enviar a la base de datos central.
- Si la base de datos central recibe la petición, se almacena la información.
- La base de datos central responde indicando que la inserción se realizó correctamente.
- La base de datos local espera recibir la respuesta de la base de datos central; si recibe una respuesta correcta, elimina el registro enviado en el almacenamiento local y posteriormente se regresa al primer paso.
- Si la base de datos local no recibe una respuesta correcta, se inserta nuevamente el registro a la cola de registros pendientes de sincronizar; posteriormente se regresa al primer paso.

10.3. Proceso de georreferenciación

En seguida se presenta el proceso para obtener la posición actual del dispositivo móvil.

- Se solicita al dispositivo móvil permiso para obtener la ubicación.
- Si la solicitud es exitosa se obtienen los datos proporcionados por el dispositivo móvil sobre su ubicación.
- Si la solicitud es fallida se mostrará un mensaje de error.

10.4. Tiempo de sincronización de la información

Para medir el tiempo transcurrido en la sincronización de datos, desde el almacenamiento local hasta la base de datos central, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Tiempo = Hora\ Final - Hora\ Inicial$$

Donde:

- Hora inicial: es la hora en la que se toma el primer registro y se inicia el proceso de sincronización.
- Hora final: es la hora en la que se recibe el mensaje de confirmación de sincronización del último registro en la base de datos local.

10.5. Beneficios entregados y costo

Para conocer cuántas raciones se han entregado y cuánto dinero implicó la entrega, se realizará una sumatoria de los registros de raciones de la base de datos.

10.6. Beneficios entregados y costo según parámetro de búsqueda

Para conocer a cuántas personas se ha ayudado, según un parámetro de búsqueda, y cuánto dinero costó la entrega, se efectuará una sumatoria de los registros de raciones de la base de datos, y se agrupará según el parámetro de búsqueda definido.

Los parámetros de búsqueda pueden ser los siguientes:

- Departamento
- Municipio
- Lugar poblado
- Género
- Comunidad lingüística
- Pueblo

11. CRONOGRAMA

El calendario de trabajo contiene las fases del proyecto, las tareas a realizar en cada fase y el tiempo estimado para cada tarea. La fecha de inicio de la programación es el 23/05/2022; la fecha de finalización, el 13/02/2023. Suma un total de 38 semanas.

Figura 8. Cronograma de actividades

TAREA	PROGRESO	DÍAS DE TRABAJO	INICIO	FIN
Análisis de Requerimientos	0%	31	23-05-22	22-06-22
Definición de roles	0%	3	23-05-22	25-05-22
Definición de requerimientos funcionales	0%	14	26-05-22	08-06-22
Definición modelo de almacenamiento base de datos local	0%	7	09-06-22	15-06-22
Definición modelo de almacenamiento base de datos central	0%	7	16-06-22	22-06-22
Diseño e Implementación del sistema	0%	155	23-06-22	24-11-22
Arquitectura de microservicios	0%	78	23-06-22	08-09-22
Configuración Amazon Cognito	0%	3	23-06-22	25-06-22
Configuración Amazon API Gateway	0%	3	26-06-22	28-06-22
Configuración AWS Lambda	0%	3	29-06-22	01-07-22
Configuración Amazon Aurora	0%	3	02-07-22	04-07-22
Creación de base de datos central	0%	5	05-07-22	09-07-22
Microservicio del módulo de administración de usuarios	0%	8	10-07-22	17-07-22
Microservicio del módulo de administración de programas de asistencia alimentaria	0%	8	18-07-22	25-07-22
Microservicio de módulo de alimentos	0%	8	26-07-22	02-08-22
Microservicio de módulo de raciones	0%	8	03-08-22	10-08-22
Microservicio de módulo de formularios	0%	29	11-08-22	08-09-22
Aplicación Móvil	0%	77	09-09-22	24-11-22
Investigación herramientas de desarrollo móvil	0%	7	09-09-22	15-09-22
Creación de base de datos en dispositivo móvil	0%	5	16-09-22	20-09-22
Módulo de administración de usuarios	0%	9	21-09-22	29-09-22
Módulo de administración de programas de asistencia alimentaria	0%	9	30-09-22	08-10-22
Módulo de alimentos	0%	9	09-10-22	17-10-22
Módulo de raciones	0%	9	18-10-22	26-10-22
Módulo de formularios	0%	29	27-10-22	24-11-22
Pruebas y Mantenimiento	0%	50	25-11-22	13-01-23
Pruebas de concepto	0%	10	25-11-22	04-12-22
Análisis de resultados de las pruebas	0%	10	05-12-22	14-12-22
Mantenimiento de los microservicios o módulos de la aplicación móvil	0%	30	15-12-22	13-01-23
Análisis e Interpretación de resultados y redacción de informe final	0%	31	14-01-23	13-02-23
Análisis e Interpretación de resultados	0%	15	14-01-23	28-01-23
Redacción de informe final	0%	16	29-01-23	13-02-23

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Descripción de los recursos disponibles para alcanzar los objetivos del presente trabajo a través del aspecto operativo, técnico y económico.

12.1. Factibilidad operativa

Para el desarrollo de la solución son necesarios los siguientes recursos operativos:

- Acompañamiento y asesoría de un profesional en sistemas y ciencias de la computación. También debe tener experiencia en bases de datos e infraestructura en la nube.
- Planificación de la carga de trabajo por medio de un calendario de actividades.
- Disponibilidad de información pública para consulta de los programas de entrega de alimentos de programas de asistencia alimentaria, llevados a cabo por el Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional (VISAN).
- Computadora personal disponible.
- Dispositivo móvil personal disponible.
- Acceso a cursos de programación de aplicaciones móviles.
- Acceso a la colección de servicios en la nube de AWS.
- Acceso a una capa gratuita para utilizar los servicios en la nube de AWS.
- Acceso a guías de usuario, guías para desarrolladores, tutoriales y otra documentación de AWS.

Lo descrito anteriormente garantiza la operación para cumplir con el objetivo de diseñar e implementar un sistema de captura de información, para el registro de entregas de alimentos de programas de asistencia alimentaria. Además, producirá reportes en comunidades con poco o nulo acceso a internet por medio de una arquitectura de microservicios.

12.2. Factibilidad técnica

Se necesitarán los siguientes recursos humanos y técnicos para el desarrollo de la solución:

- Un profesional con conocimientos en desarrollo de *software* para la creación de aplicaciones, tanto en móviles como en web, manejo de base de datos y administración de servicios en la nube.
- Equipo de computación con especificaciones similares o superiores a lo descrito a continuación:
 - Computadora.
 - Procesador i7
 - 8 GB de memoria RAM
 - Disco duro de 512 GB, preferiblemente de estado sólido.
 - Accesorios como *mouse* y audífonos.
 - Monitor de 24 pulgadas con los cables correspondientes para la conexión a la computadora.
- Conexión a internet
- Dispositivo móvil con especificaciones similares o superiores a lo descrito a continuación:

- 4 GB de memoria RAM
- 64 GB de almacenamiento interno
- Sistema operativo Android o iOS
- Infraestructura en la nube que ofrezca los siguientes servicios:
 - Registro, inicio de sesión y control de acceso de usuarios
 - Un API
 - Servicio para ejecutar código sin necesidad de administrar servidores.
 - Almacenamiento en una base de datos relacional
- El tiempo disponible para ejecutar el proyecto es de ocho meses y 18 días o 38 semanas. Se comenzará el 23/05/2022 y se terminará el 13/02/2023.

Con base en lo anterior, se concluye que técnicamente el diseño e implementación de la solución es factible de ejecutar en el tiempo previsto porque se tiene la infraestructura y *software* necesario.

12.3. Factibilidad económica

Tabla que describe los recursos económicos y financieros que se necesitan para el desarrollo del proyecto:

Tabla V. **Presupuesto**

Recurso	Descripción	Periodicidad de pago	Gasto total
Asesor	Asesoría del trabajo de graduación. Trabajo Ad honorem.	No Aplica	Q0.0
Profesional	Profesional encargado de la implementación. Bajo las siguientes condiciones: • Q120 por hora trabajada • 4 horas al día • 5 días por semana • 38 semanas de trabajo Total = Q120 por hora * 4 horas al día * 5 días a la semana * 38 semanas de trabajo	Mensual	Q91, 200
Equipo de computación	Computadora con especificaciones similares o superiores a lo descrito a continuación: • Procesador i7 • 8 GB de memoria RAM • Disco duro de 512 GB, preferiblemente de estado sólido Accesorios como <i>mouse</i> y audífonos. Monitor de 24 pulgadas con cables correspondientes para la conexión a la computadora.	Único pago al inicio	Q15,000
Dispositivo móvil	Dispositivo móvil con especificaciones similares o superiores a lo descrito a continuación: • 4 GB de RAM • 64 GB de almacenamiento interno • Sistema operativo Android o iOS	Único pago al inicio	Q2,000
Infraestructura	Infraestructura en la nube que ofrezca los siguientes servicios: • Registro, inicio de sesión y control de acceso de usuarios. Q18 por 100,000 peticiones y 5 GB de almacenamiento. • Un API Gateway. Q2.8 por 100,000 peticiones. • Servicio para ejecutar código sin necesidad de administrar servidores. Q400 para manejar 1,000 peticiones concurrentes. • Almacenamiento en una base de datos relacional. Q1,600 por un 1 TB de almacenamiento Todo lo anterior por 9 meses.	Mensual	Q18,187.2
Otros gastos	Internet, luz, agua, teléfono, entre otros. Q1,000 por 9 meses.	Mensual	Q9,000
Total			Q135,387.2

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

El investigador asumirá las tareas del profesional, los gastos del equipo de computación, del dispositivo móvil y otros costos. Solo quedarán los gastos de infraestructura, pero para esta parte se aprovechará al máximo la capa gratuita de AWS; por lo tanto, se considera que el proyecto es económicamente factible.

13. REFERENCIAS

1. Aguiluz, B. (8 de mayo de 2022). ¿Cuál es la importancia de la georeferenciación? [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.eluniversaledomex.mx/cual-es-la-importancia-de-la-georeferenciacion>.
2. AWS. (12 de abril de 2022). Creación de aplicaciones con arquitecturas sin servidor. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/lambda/serverless-architectures-learn-more/#:~:text=Una%20arquitectura%20sin%20servidor%20es,la%20administraci%C3%B3n%20de%20los%20servidores>.
3. Bernal, D. (27 de 04 de 2021). Principales tipos de aplicaciones móviles: ventajas, desventajas y ejemplos. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>.
4. Bertone, R., Ruscuni, S., Miaton, I. y Mauriello, A. (septiembre, 2012). Análisis de rendimiento y replicación en Bases de Datos distribuidas. *LIDI. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática*. 1-3.
5. Espinosa, J. (mayo, 2015). *Captura y actualización de información predial desde un dispositivo iPad con conexión o sin ella* (Especialización en Geomática). Universidad Militar, Nueva Granada, Colombia.

6. Instituto Nacional de Estadística (2021). *Canasta Básica Alimentaria (CBA) Y Ampliada (CA)*. Guatemala: Autor.
7. Intel (12 de abril de 2022). Captura de datos: el punto de partida del conocimiento. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.intel.es/content/www/es/es/analytics/data-collection.html>.
8. Jaramillo, E. (2018). *Desarrollo de aplicación móvil, con geolocalización de líneas de autobuses y sus paradas para el gobierno autónomo descentralizado municipalidad de Ambato* (tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ambato, Ecuador.
9. Kendall, K. y Kendall, J. (2011). *Análisis y diseño de sistemas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
10. López, J. (2017). *Arquitectura de Software basada en Microservicios para Desarrollo de Aplicaciones Web* (tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
11. López, Y. (2015). *Herramienta móvil para captura y procesamiento geográfico y estadístico para asociaciones de productores en invernadero* (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
12. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (8 de mayo de 2013). Departamento de asistencia alimentaria y nutricional. [Mensaje de blog]. Recuperado de

<https://www.maga.gob.gt/sitios/visan/departamento-de-asistencia-alimentaria/>.

13. Marqués, M. (2011). *Bases de datos*. España: Universitat Jaume I. Recuperado de <https://bdigital.uvhm.edu.mx/wp-content/uploads/2020/05/Bases-de-Datos.pdf>.
14. Micolta, J. y Zambrano, I. (2019). *Aplicación móvil multiplataforma para la captura de información y evidencia fotográfica e inspecciones de servicio de medidores eléctricos, caso de aplicación CNEI Manabí de la ciudad de Manta* (tesis de pregrado). Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
15. Milán, J. (2008). *Replicación Autónoma de Bases de datos* (tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de https://oa.upm.es/1082/1/JESUS_MANUEL_MILAN_FRANCO.pdf.
16. Morillo, M. (2020). *Captura de información contextual recogida por un dispositivo móvil* (tesis de licenciatura). Universidad de Valladolid, España.
17. Pincay Romero, K. G. (mayo, 2021). Características de la conectividad a internet en el cantón Pasaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 150-160.
18. Ramírez, R. (2019). *Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles*. España: Universitat Oberta de Catalunya.

19. Señorís, M. y Yemini, V. (2019). *Sistema móvil para georreferenciación de ombúes* (tesis de licenciatura). Universidad de la República de Uruguay, Uruguay.
20. TIBCO (2022). ¿Qué es API Gateway? [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-an-api-gateway>.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Datos de un usuario

Campo	Descripción	Tipo de dato	¿Es obligatorio?
CUI	Código Único de Identificación	<i>String</i>	Sí
Correo electrónico		<i>String</i>	Sí
Contraseña		<i>String</i>	Sí
Primer nombre		<i>String</i>	Sí
Segundo nombre		<i>String</i>	No
Tercer nombre		<i>String</i>	No
Primer apellido		<i>String</i>	Sí
Segundo apellido		<i>String</i>	Sí
Apellido de casada		<i>String</i>	No
Teléfono		<i>String</i>	Sí
Dirección de residencia		<i>String</i>	Sí
Departamento	Departamento donde va a laborar	<i>String</i>	Consultar Anexo 1
Municipio	Municipio donde va a laborar	<i>String</i>	Consultar Anexo 1

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

Apéndice 2. Datos de un programa de asistencia alimentaria

Campo	Descripción	Tipo de Dato	¿Es obligatorio?
Nombre		<i>String</i>	Sí
Descripción		<i>String</i>	Sí
Fecha	Fecha de creación	Date Time	Sí

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

Apéndice 3. Datos de un alimento

Campo	Descripción	Tipo de dato	¿Es obligatorio?
Descripción		<i>String</i>	Sí
Peso		Decimal	Sí
Unidad de medida	Unidad de medida para el peso	<i>String</i>	Sí
Costo	Costo del alimento en quetzales	Decimal	Sí

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

Apéndice 4. Datos de una ración

Campo	Descripción	Tipo de dato	¿Es obligatorio?
Cantidad	Cantidad de un alimento específico	int	Sí
Alimento	Alimento que forma parte de la ración	Alimento	Sí
Peso	Peso = Cantidad * Peso del alimento	Decimal	Sí
Unidad de medida	Unidad de medida para el peso.	<i>String</i>	Sí
	Unidad de medida = Unidad de medida del alimento		
Costo	Costo del alimento en quetzales.	Decimal	Sí
	Costo = Cantidad * Costo del alimento		

Fuente: elaboración propia, hecho con Excel 365.

15. ANEXO

Anexo 1. Departamentos, municipios y lugares poblados de Guatemala

registros en la base de datos - Excel															
Archivos Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Equipo ¿Qué desea hacer?															
A43 42															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	No.	ID Depto	ID Municipio	Municipio	Lugar Poblado	INECINE	Categoría	Estado	Observación						
2	1	1	101	GUATEMALA	ZONA 1		CIUDAD	5							
3	2	1	101	GUATEMALA	ZONA 2		CIUDAD	5							
4	3	1	101	GUATEMALA	ZONA 3		CIUDAD	5							
5	4	1	101	GUATEMALA	ZONA 4		CIUDAD	5							
6	5	1	101	GUATEMALA	ZONA 5		CIUDAD	5							
7	6	1	101	GUATEMALA	ZONA 6		CIUDAD	5							
8	7	1	101	GUATEMALA	ZONA 7		CIUDAD	5							
9	8	1	101	GUATEMALA	ZONA 8		CIUDAD	5							
10	9	1	101	GUATEMALA	ZONA 9		CIUDAD	5							
11	10	1	101	GUATEMALA	ZONA 10		CIUDAD	5							
12	11	1	101	GUATEMALA	ZONA 11		CIUDAD	5							
13	12	1	101	GUATEMALA	ZONA 12		CIUDAD	5							
14	13	1	101	GUATEMALA	ZONA 13		CIUDAD	5							
15	14	1	101	GUATEMALA	ZONA 14		CIUDAD	5							
16	15	1	101	GUATEMALA	ZONA 15		CIUDAD	5							
17	16	1	101	GUATEMALA	ZONA 16		CIUDAD	5							
18	17	1	101	GUATEMALA	ZONA 17		CIUDAD	5							
19	18	1	101	GUATEMALA	ZONA 18		CIUDAD	5							
20	19	1	101	GUATEMALA	ZONA 19		CIUDAD	5							
21	20	1	101	GUATEMALA	ZONA 20		CIUDAD	5							
22	21	1	101	GUATEMALA	ZONA 21		CIUDAD	5							
23	22	1	101	GUATEMALA	ZONA 22		CIUDAD	5							
24	23	1	101	GUATEMALA	ZONA 23		CIUDAD	5							
25	24	1	102	SANTA CATARINA PINULA	SANTA CATARINA PINULA		PUEBLO	5							
26	25	1	102	SANTA CATARINA PINULA	VALLE BELLO		COLONIA	5							
27	26	1	102	SANTA CATARINA PINULA	EL CANCHON		ALDEA	1 EL CANCHON ACTA 37-2018							
28	27	1	102	SANTA CATARINA PINULA	PIEDRA PARADA CRISTO REY		ALDEA	1 ACTA NO. 37-2018							
29	28	1	102	SANTA CATARINA PINULA	DON JUSTO		ALDEA	1 ACTA 37-2018							
30	29	1	102	SANTA CATARINA PINULA	EL CARMEN		ALDEA	1 ACTA 37-2018							
31	30	1	102	SANTA CATARINA PINULA	EL PUEBLITO		ALDEA	1 ACTA NO. 37-2018							
32	31	1	102	SANTA CATARINA PINULA	EL PAJON		ALDEA	1 ACTA 37-2018							
33	32	1	102	SANTA CATARINA PINULA	EL CARMEN DE MUXBAL		CONDOMINIO	1 ACTA 37-2018							
34	33	1	102	SANTA CATARINA PINULA	SALVADORA I		ALDEA	1 ACTA NO. 37-2018							
35	34	1	102	SANTA CATARINA PINULA	SANTA ANITA		COLONIA	1 ACTA 37-2018							
36	35	1	102	SANTA CATARINA PINULA	OCALLES		CASERIO	1 SOLO ES OCALLES							
37	36	1	102	SANTA CATARINA PINULA	LAGUNA BERMEJA		CASERIO	2 SOL. DICTAMEN DE CAMBIO DE CATEGORIA							
38	37	1	102	SANTA CATARINA PINULA	SAN RAFAEL II		COLONIA	5							
39	38	1	102	SANTA CATARINA PINULA	LOS TILOS DOS		FINCA	5							
40	39	1	102	SANTA CATARINA PINULA	LOS CIPRESSES		FINCA	3 SOL. DICTAMEN DE ELEVACION							
41	40	1	102	SANTA CATARINA PINULA	LOMA REAL		COLONIA	5							
42	41	1	102	SANTA CATARINA PINULA	PUERTA PARADA		ALDEA	1 ACTA 37-2018							
43	42	1	102	SANTA CATARINA PINULA	PEPE NANCE		CASERIO	5							

Fuente: INE (2018). *Lugares poblados*. Consultado el 18 de mayo de 2022. Recuperado de https://www.ine.gob.gt/images/2018/lugares_poblados/registros_en_la_base.xlsx.