



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN – León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Computación



Creación de una aplicación para dispositivos móviles con Sistema Operativo Android 4.3+ para la obtención de información de horarios del transporte intermunicipal del departamento de León, elaborada del 10 de Junio al 20 de Noviembre de 2017.

Tesis para optar al título de

INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Presentado por:

Br. Danny Ramón Flores Moreno
Br. Kenneth Noel Ramírez Ferrufino

Tutor:

MSc. Denis Espinoza Hernández.



Dedicatoria

A Dios

Por darnos sabiduría y valentía para poder afrontar los obstáculos que se atravesaron en el camino y así lograr completar una etapa más de nuestras vidas.

A nuestros padres

Por el apoyo incondicional que nos brindaron tanto económico como moral durante nuestra carrera.

A los docentes

Por su entrega y esfuerzo en darnos su apoyo y conocimiento formando de esta manera ciudadanos capacitados tanto profesional como socialmente.



Agradecimientos

Primeramente dar gracias a Dios por darme el conocimiento necesario, gracias a mi familia en especial a mi madre por apoyarme en cada decisión por creer en mí incondicionalmente, por estar ahí siempre conmigo a lo largo de este viaje que no lo hice solo sino junto con ella; doy infinitas gracias a mi tutor MSc Denis Espinoza por apoyarme y enseñarme con paciencia y dedicación para poder obtener este gran logro. (Danny Flores)

Primeramente a Dios por disponer de su voluntad y lograr cerrar ciclo más de vida, a mis padres y familiares cercanos que de una u otra manera lograron apoyarme durante estos años de estudios, a los docentes que facilitaron sus conocimientos en mi formación como estudiante, en especial a mi tutor MSc Denis Espinoza por brindar su tiempo, paciencia y enseñanzas, a mis compañeros que se involucraron en el desarrollo de este tema y por último a las personas del MTI por brindarnos parte de la información requerida en este trabajo. (Kenneth Ramírez)



INDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos.....	6
2. Marco Teórico	7
2.1 Transporte publico.....	7
2.2 Transporte de pasajeros.....	7
2.3 Terminales de buses	7
2.4 MTI.....	8
2.5 Aplicación móvil.....	8
2.6 Grafos.....	9
2.7 Dijkstra.....	9
2.8 Apache Cordova	10
3. Diseño Metodológico.....	13
3.1 Descripción general del proyecto.....	13
3.2 Etapas de Trabajo	13
3.3 Materiales	15
4. Resultados	16
4.1 Resultados de la etapa uno	16
4.2 Resultados de la etapa dos	18
4.3 Resultados de la etapa tres:.....	19
4.4 Resultados de la etapa cuatro	20
4.5 Resultados de la etapa cinco.....	21



5. Aspectos finales	22
5.1 Conclusión	22
5.2 Recomendaciones	22
6. Bibliografía	23
Anexos	24
Anexo 1: Precio de los tipos de transporte que se ofrecen en el departamento de León.	24
Anexo 2: Datos específicos de los tipos de transportes adquiridos de forma presencial en cada una de las terminales de la ciudad de León.....	25
Anexo 3: Elaboración de mapas a través del software grafos.....	26
Anexo 4: Presentación de la aplicación.....	28



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Teoría de grafo.....	9
Ilustración 2 Ejemplo del algoritmo de Dijkstra.....	10
Ilustración 3 Arquitectura básica de Apache Cordova.....	11
Ilustración 4 Funcionamiento de la aplicación.....	13
Ilustración 5 Precio de los transportes intermunicipales.....	16
Ilustración 6 Datos de cada recorrido.....	16
Ilustración 7 Estructura de la base de datos de la aplicación.....	17
Ilustración 8 Diagrama de representación de las rutas intermunicipales del tipo ordinario a través de grafos.....	18
Ilustración 9 Página de inicio y recorridos de la App.....	19
Ilustración 10 Datos del recorrido.....	19
Ilustración 11 Representación de Recorrido Nagarote-Chinandega.....	20
Ilustración 12 Tabla Dijkstra de interlocales.....	20
Ilustración 13 Diagrama de flujo de función recursiva.....	21
Ilustración 14 Precio de transporte intermunicipal.....	24
Ilustración 15 Datos del transporte Interlocal.....	25
Ilustración 16 Datos del transporte ordinario.....	25
Ilustración 17 Datos del transporte expreso.....	25
Ilustración 18 Grafo del transporte interlocal.....	26
Ilustración 19 Grafo del transporte expreso.....	26
Ilustración 20 Grafo del transporte ordinario.....	27
Ilustración 21 Interfaces de inicio de la aplicación.....	28
Ilustración 22 Datos de un recorrido (ida y regreso).....	28
Ilustración 23 Terminales de León.....	29
Ilustración 24 Interfaz Acerca de.....	29



1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de León, conocida popularmente como ciudad universitaria, es una de las ciudades más visitadas por turistas que vienen a enriquecerse de nuestra cultura y conocer nuestros monumentos históricos, personas de los municipios aledaños que aprovechan del flujo del comercio que posee dicha ciudad y estudiantes que vienen con aspiraciones de crecer profesionalmente. Muchas de estas personas utilizan los sistemas de transporte público intermunicipal el cual juega un rol fundamental en la movilidad de las personas. Actualmente León no cuenta con los señalamientos adecuados que permitan a dichas personas elegir de forma eficiente la ruta a tomar para llegar a nuestra ciudad o bien para regresarse a la suyas. Es por ello que en este proyecto se brindará una herramienta que a través de un dispositivo móvil (Smartphone) indica la ruta deseada por el usuario con la lógica “origen-destino” tomando León como punto de referencia.

1.1 Antecedentes

Nicaragua cuenta con una densidad poblacional de 6.03 millones de habitantes que poseen y utilizan dispositivos móviles. Esto significa que cada nicaragüense tiene uno o más de un equipo de teléfono celular para comunicarse, esto de acuerdo con las últimas cifras estadísticas que publica el ente regular de las Telecomunicaciones y Correos (TELCOR) en su página web.

Los Smartphone, también conocidos como computadoras de bolsillo o “teléfonos inteligentes”, traen numerosas funciones (Apps), que van desde un calendario, calculadora, apuntes de notas, linternas, cámaras y un centro de descargas; aplicación que nos permite seguir agregando según nuestra conveniencia, dado que miles de ellas se incrementan día a día con el objetivo de simplificar muchas tareas y acortar tiempo.

Las aplicaciones funcionales de mayor descarga en Nicaragua son las redes sociales, mensajería instantánea, entre otras desarrolladas por grandes empresas en la actualidad. Aunque también en Nicaragua existen personas que desarrollan aplicaciones móviles, tanto para Android como IOS, su uso no es tan alto debido a la falta de publicidad de las mismas. Cabe destacar que las aplicaciones creadas por desarrolladores nicaragüenses son de vital importancia, ya que muchas de ellas son servicios relevantes que utiliza a diario la población (banca y finanzas, medios de comunicación, servicios de transportes).

Tal es el caso de **“Rutas de Managua 2.0”**: aplicación para viajar por la capital. Permite a los usuarios tener un mayor conocimiento y dominio de las vías de la capital, facilitando de esta manera la circulación y el reconocimiento de los sitios turísticos. Los usuarios únicamente tienen que escribir en su



dispositivo el destino al cual quieren llegar y la aplicación les orientará las rutas a seguir, ya sea a través del servicio de transporte urbano colectivo o en transporte privado. La idea ayuda a darle un mejor uso al transporte urbano colectivo permitiendo conocer las rutas en conexión y rutas directas. Cuenta con un registro de terminales de buses, puntos de interés y está habilitada en los idiomas Inglés y español, lo cual facilita el uso a los turistas nacionales y extranjeros. Los integrantes de este proyecto son **Integrantes de la Red de Jóvenes Comunicadores y de Juventud Presidente**.

Otro caso es el de la página web "**Mapanica.net**" un sitio web que cuenta con la información de los recorridos de las 42 rutas de transporte colectivo de Managua y de Ciudad Sandino. Con el propósito de crear una plataforma que permita revisar esa información desde un computador o un dispositivo móvil. Durante dos años 150 voluntarios se dedicaron a investigar cuáles son los recorridos y las paradas de buses de la red de transporte urbano colectivo de Managua y de Ciudad Sandino. El resultado es un mapa colaborativo y fue creado por Mapanica, el capítulo de Open-StreetMap en Nicaragua. En la plataforma digital los usuarios pueden ver el recorrido completo de cada ruta y revisar adonde está ubicada cada parada.



1.2 Planteamiento del Problema

El departamento de León es visitado diariamente por un alto porcentaje de personas, muchas de estas en la mayoría de los casos se encuentran desorientadas en cuanto a que transporte intermunicipal específico necesitan tomar para llegar a nuestra ciudad o bien para regresarse a las suyas, así como también la localización, tarifa y horarios de estos mismos. La ciudad de León cuenta con tres terminales de buses: la primera se encuentra en el barrio indígena de Sutiava, la segunda en el barrio de San Juan y la tercera se encuentra ubicada en el barrio Posada del Sol. El sistema actual implementado para brindar información a los pasajeros se basa en rotulaciones los cuales están desactualizados e incompletos tanto en horarios como en su coste monetario.

Lo anterior provoca que muchos de los pasajeros no queden totalmente satisfechos con las prestaciones que otorga dicho sistema de transporte público intermunicipal. Dada esta situación y con la propuesta de incluir una herramienta tecnológica en esta área surgen las siguientes preguntas generales y específicas:

Pregunta general

- ¿Es posible crear un sistema que permita a los pasajeros que visitan la ciudad de León, obtener información detallada de las rutas accesibles por ellos, haciendo uso de la tecnología, tomando como enfoque el departamento de León?

Preguntas específicas

- ¿Cuáles son los destinos, precios y horarios de los recorridos de los transportes intermunicipales (interlocal, ordinario, expreso) que existen en el departamento de León?
- ¿De qué forma se puede calcular que ruta tomar dado un origen y un destino sin importar que se deban tomar varios transportes?
- ¿Qué algoritmo se podría utilizar para obtener la ruta a seguir cuando el origen o el destino es una parada que forma parte de un recorrido?



1.3 Justificación

Una vez planteada dicha problemática, tenemos como deber dar un aporte sustentable a esta misma, la cual se hará con la creación de una aplicación móvil que tiene como propósito hacer uso de la tecnología para facilitar a las personas el acceso de datos específicos de rutas intermunicipales en el departamento de León.

1.3.1 Originalidad

Actualmente dicha ciudad no cuenta con un sistema que permita a los pasajeros tener una mejor orientación en cuanto a los recorridos que tienen acceso para trasladarse de un lugar a otro, por lo que le brindaremos una herramienta que haga dicho trabajo utilizando un recurso tan común como es el uso de teléfonos celulares sin necesidad de internet, bajo ningún coste.

1.3.2 Alcance

El uso de nuestra App permitirá a los pasajeros verificar los siguientes aspectos:

- Consultar los tipos de transportes a los que tienen acceso los pasajeros para movilizarse de su origen hacia un destino tomando como punto de enfoque las diferentes terminales de buses que posee la ciudad de León.
- Mostrar datos relevantes de los recorridos (horarios, precios, punto de salida etc.) a los pasajeros con el fin de brindarle una mayor orientación a sus usuarios.

1.3.3 Producto

El resultado de este proyecto es la creación una aplicación móvil basadas en terminologías web estándar (HTML5, CSS3, JavaScript) complementadas con Apache Cordova para desarrollarse en la plataforma Android, sencilla al usuario, que le permita usarla con un bajo uso de recursos como es el uso de un teléfono celular sin acceso a internet que al mismo tiempo otorgue información concreta de su viaje tomando en cuenta los siguientes aspectos:

Escalabilidad: teniendo siempre abierta la posibilidad de agregar más funcionalidades sin modificar por completo el enfoque con el cual se creó la App.

Estable: Porque la información brindada al usuario debe estar siempre disponible y completa.



1.3.4 Impacto

Con el uso de esta aplicación el pasajero poseerá una mayor confianza al momento de realizar dicho viaje apoyándose de una herramienta nueva y versátil.



1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles con Sistema Operativo Android 4.3+ para la obtención de información de horarios del transporte intermunicipal del departamento de León, elaborada del 10 de Junio al 20 de Noviembre de 2017.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información de los recorridos del transporte intermunicipal del departamento de León para ser utilizados en la aplicación.
- Mostrar precios y horarios de los diferentes tipos de transportes intermunicipales que posee el departamento de León.
- Otorgar a los pasajeros variedad de opciones sobre los tipos de transporte que este tiene a su alcance para trasladarse de un punto a otro tomando como referencia la ciudad de León.
- Calcular y ordenar datos de las rutas realizadas por los buses con el fin de mostrar información necesaria para el pasajero implementando el algoritmo de Dijkstra.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 Transporte publico

El término transporte público refiere al transporte de tipo comercial de personas. Es un servicio de transporte urbano y suburbano de pasajeros al que se accede mediante el pago de una tarifa fijada y que se lleva a cabo con servicios regulares establecidos en recorridos, horarios y puntos de acceso determinados. En los sistemas de transporte público intervienen dos actores:

Usuarios: Son todas aquellas personas que tienen necesidades de transporte y que deben utilizar tiempo y dinero para satisfacerlas. También denominados como pasajeros.

Operadores: son aquellos que brindan a los usuarios el servicio de transporte, proveyendo para ello recursos económicos como son los vehículos, el combustible, la mano de obra y el mantenimiento. También denominados como transporte.

Adicionalmente se distinguen las autoridades como entidad reguladora, responsable de asegurar el servicio social del transporte a los habitantes de una ciudad. Esta regulación se ejerce a través de organismos gubernamentales, que pueden ser intendencias municipales, secretarías, etc.

2.2 Transporte de pasajeros

El servicio público de transporte de pasajeros, según su radio de acción, se clasifica en:

- a) Intermunicipal: Es el transporte de pasajeros que se realiza entre diferentes municipios.
- b) Intramunicipal: Es el transporte de pasajeros dentro de los límites de un mismo municipio.

2.3 Terminales de buses

Una estación de autobús o terminal de buses, es una instalación en la que se turnan las salidas de autobuses a diferentes sitios, las cuales se colocan en puntos claves en las que se bajan y suben pasajeros desde los andenes.

La ciudad de León cuenta con tres de ellas, principales sitios en los que los transportes hacen sus salidas a los diferentes municipios o viceversa; las cuales se mencionan a continuación:

- Posada del Sol:
 - Conocida popularmente como la terminal de buses.
 - Se ubica en el barrio de la Posada del Sol.



- En esta estación puedes encontrar los tres tipos de transportes intermunicipales.
- Santos Bárcenas :
 - Conocida como antigua estación de trenes.
 - Se ubica en el barrio de San Juan.
 - En esta estación se encuentra un único tipo de transporte como lo es el ordinario.
- Félix Pedro Carrillo :
 - Conocida como mercadito de Sutiava.
 - Se ubica del asilo de anciano 20 vrs al oeste en el barrio indígena de Sutiava.
 - La ruta que se ofrece en esta estación es la de PoneLOYA y Las peñitas.

2.4 MTI

El ministerio de transporte e infraestructura es el principal ente regulador que posee el servicio de transporte público en nuestro país en todas las modalidades. Sus funciones se basan en:

- Formular y proponer políticas, programas y normas relacionadas con la actividad del servicio público de transporte terrestre intermunicipal y ejecutarlas una vez que sean aprobadas.
- Regular y controlar las operaciones del servicio público de transporte terrestre intermunicipal.
- Formular y proponer las tarifas de transporte público terrestre intermunicipal, de acuerdo al comportamiento de las variables técnico-económicas en el contexto de la economía nacional
- Proponer los permisos de operación para unidades, cooperativas o empresas, para su aprobación y suscripción.
- Entre otras.

2.5 Aplicación móvil

Una aplicación móvil, aplicación o App (acortamiento del inglés application) es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles y que permite al usuario efectuar una tarea concreta de cualquier tipo: profesional, de ocio, educativas, de acceso a servicios, etc. facilitando las gestiones o actividades a desarrollar.

2.6 Grafos

Un grafo es un conjunto de objetos llamados vértices o nodos unidos por enlaces llamados aristas o arcos, que permiten representar relaciones binarias entre elementos de un conjunto. Típicamente, un grafo se representa gráficamente como un conjunto de puntos (vértices o nodos) unidos por líneas (aristas).

Desde un punto de vista práctico, los grafos permiten estudiar las interrelaciones entre unidades que interactúan unas con otras. Por ejemplo, una red de computadoras puede representarse y estudiarse mediante un grafo, en el cual los vértices representan terminales y las aristas representan conexiones (las cuales, a su vez, pueden ser cables o conexiones inalámbricas).

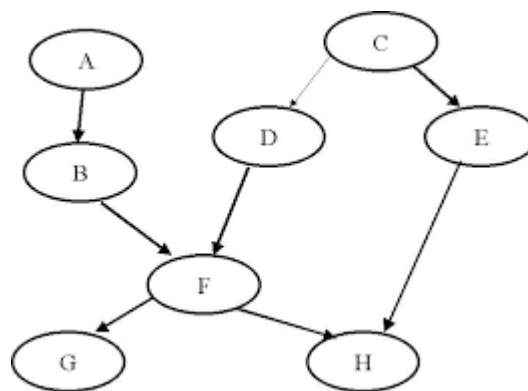


Ilustración 1 Teoría de grafo

2.7 Dijkstra

El algoritmo de Dijkstra, también llamado algoritmo de caminos mínimos, es un algoritmo para la determinación del camino más corto dado un vértice origen al resto de los vértices en un grafo con pesos en cada arista. Su nombre se refiere a Edsger Dijkstra, quien lo describió por primera vez en 1959.

La idea subyacente en este algoritmo consiste en ir explorando todos los caminos más cortos que parten del vértice origen y que llevan a todos los demás vértices; cuando se obtiene el camino más corto desde el vértice origen, al resto de vértices que componen el grafo, el algoritmo se detiene. El algoritmo es una especialización de la búsqueda de costo uniforme, y como tal, no funciona en grafos con aristas de coste negativo (al elegir siempre el nodo con distancia menor, pueden quedar excluidos de la búsqueda nodos que en próximas iteraciones bajarían el costo general del camino al pasar por una arista con costo negativo).

Una de sus aplicaciones más importantes reside en el campo de la telemática, gracias a él, podemos resolver grafos con muchos nodos, los cuales serían muy complicados de hacer sin dicho algoritmo, encontrando así las rutas más cortas entre un origen y todos los destinos en una red.

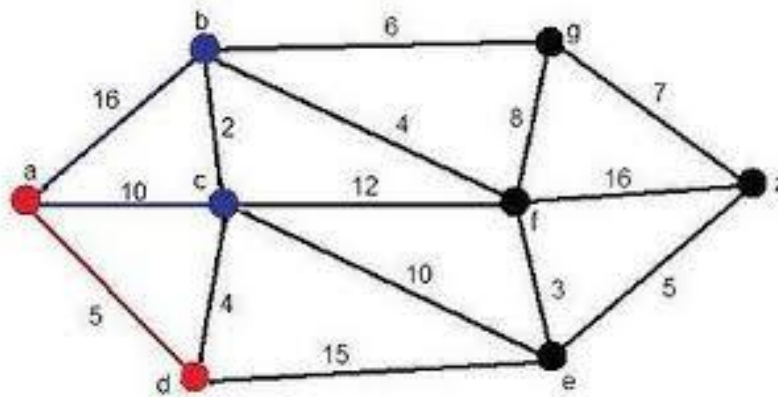


Ilustración 2 Ejemplo del algoritmo de Dijkstra

2.8 Apache Cordova

Apache Cordova es un marco de desarrollo móvil de código abierto. Le permite usar tecnologías web estándar para el desarrollo multiplataforma. Las aplicaciones se ejecutan dentro de envolturas dirigidas a cada plataforma, y dependen de los enlaces API que cumplen con los estándares para acceder a las capacidades de cada dispositivo, como sensores, datos, estado de la red, etc.

2.8.1 Arquitectura

Hay varios componentes para una aplicación Cordova. El siguiente diagrama muestra una vista de alto nivel de la arquitectura de la aplicación Cordova.

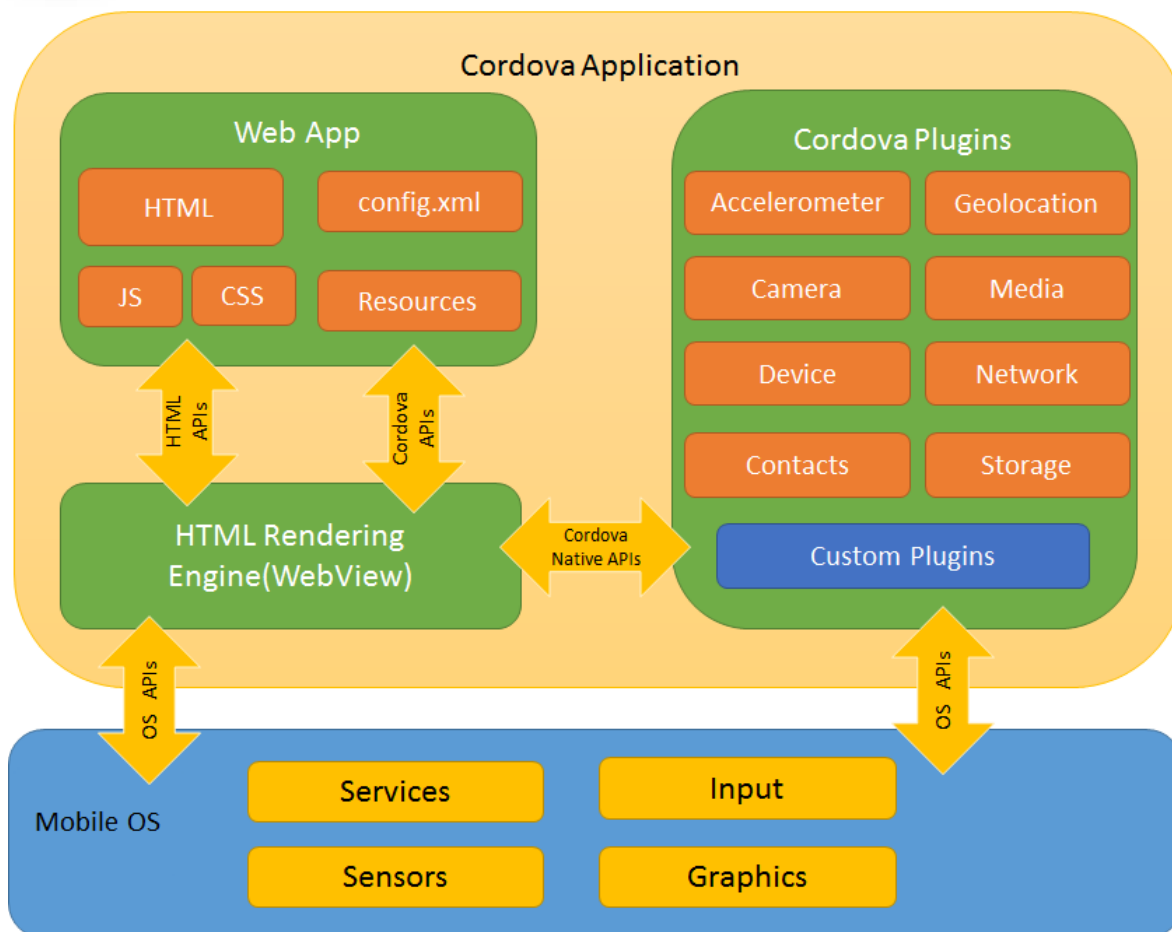


Ilustración 3 Arquitectura básica de Apache Cordova

2.8.2 WebView

El WebView compatible con Cordova puede proporcionar a la aplicación toda su interfaz de usuario. En algunas plataformas, también puede ser un componente dentro de una aplicación híbrida más grande que mezcle WebView con componentes de aplicaciones nativas.

2.8.3 Aplicación Web

Esta es la parte donde reside el código de la aplicación. La aplicación en sí se implementa como una página web, por defecto un archivo local llamado index.html, que hace referencia a CSS, JavaScript, imágenes, archivos multimedia u otros recursos son necesarios para que se ejecute. La aplicación se ejecuta en un WebView dentro del contenedor de aplicaciones nativo, que distribuye a las tiendas de aplicaciones.



Este contenedor tiene un archivo muy crucial `archivo config.xml` que proporciona información sobre la aplicación y especifica los parámetros que afectan su funcionamiento, como por ejemplo si responde a los cambios de orientación.

2.8.4 Complementos

Los complementos son una parte integral del ecosistema de Cordova. Proporcionan una interfaz para Cordova y componentes nativos para comunicarse entre ellos y enlaces a API de dispositivos estándar. Esto le permite invocar código nativo desde JavaScript.

El proyecto de Apache Cordova mantiene un conjunto de complementos llamados Core Plugins. Estos complementos principales proporcionan su aplicación para acceder a las capacidades del dispositivo, como batería, cámara, contactos, etc.

Además de los complementos principales, existen varios complementos de terceros que proporcionan enlaces adicionales a funciones que no están necesariamente disponibles en todas las plataformas

2.8.5 Rutas de desarrollo

- Flujo de trabajo multiplataforma (CLI): utilice este flujo de trabajo si desea que su aplicación se ejecute en tantos sistemas operativos móviles como sea posible, con poca necesidad de desarrollo específico de la plataforma. Este flujo de trabajo se centra en la `cordovaCLI`. La CLI es una herramienta de alto nivel que le permite crear proyectos para muchas plataformas a la vez, eliminando gran parte de la funcionalidad de los scripts de shell de nivel inferior. CLI copia un conjunto común de activos web en subdirectorios para cada plataforma móvil, realiza los cambios de configuración necesarios para cada uno, ejecuta scripts de compilación para generar binarios de aplicaciones.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Descripción general del proyecto

Se desarrolló una aplicación móvil que permite a los habitantes del departamento de León conocer los tipos de transportes que existen a través del uso un dispositivo móvil, otorgando al usuario la facilidad de elegir en qué tipo de transporte desea viajar y mostrar datos específicos de los recorridos que se ofrecen en función de un origen y destino seleccionado.

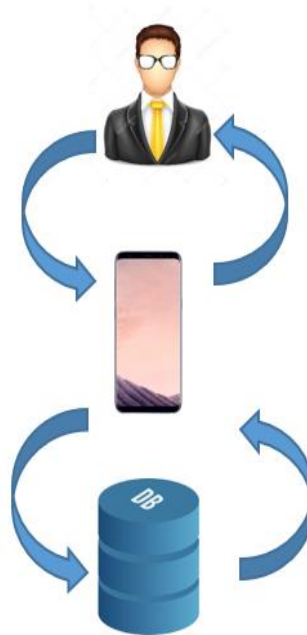


Ilustración 4 Funcionamiento de la aplicación

3.2 Etapas de Trabajo

3.2.1 Etapa uno: Recopilación de Información

En esta etapa se realizó la búsqueda de información de los diferentes tipos de transporte intermunicipales con los que cuenta el departamento de León, así mismo de los horarios, precios, tiempo estimado y distancia de dichos recorridos. En esta instancia la información brindada por el MTI (Ministerio de Transporte e Infraestructura) no satisfacía nuestras necesidades lo que conllevó a buscar estos datos de manera presencial en las terminales de buses, solicitando la contribución de cada uno de los conductores de las unidades para así completar el proceso de recopilación de información.



3.2.2 Etapa dos: Creación de grafo según el tipo transporte

Esta fase se enfoca en las conexiones de rutas según el tipo de transporte característica fundamental que limita dicho servicio y exige la inclusión de un método que permita enlazarlas tomando como referencia un origen y un destino.

3.2.3 Etapa tres: Desarrollo de la aplicación

Este punto aborda las primeras fases de desarrollo de nuestra aplicación, desde la creación de las páginas en un entorno web hasta la incorporación de la herramienta multiplataforma como es Apache Cordova la cual permite que el proyecto se aplique en un entorno móvil así como también la inserción y manejo de información a través de una base de datos.

3.2.4 Etapa cuatro: Inclusión de nuevas técnicas de búsqueda de rutas

Al ver la cantidad de rutas que tiene el departamento de León y la necesidad de trasladarse de un municipio a otro, se implementa el algoritmo de Dijkstra el cual traza una ruta dependiendo de un origen y un destino dado a través de diferentes nodos.

3.2.5 Etapa cinco: Fase de prueba de la aplicación

En esta fase se realizaron pruebas de la aplicación de parte de usuarios voluntarios, a los cuales se les indico que seleccionaran diferentes rutas de las cuales ellos tenían conocimientos



3.3 Materiales

Para el desarrollo de la aplicación se incluyeron los siguientes requisitos tanto hardware como software.

3.3.1 Hardware

- Computadora portátil.
 - Disco duro SATA de 500 Gb.
 - 4 Gb de RAM.
 - Procesador AMD de 1.48 GHz.
- Teléfono celular.
 - Memoria RAM de 512.

3.3.2 Software

- Software para desarrollo.
 - Lenguaje web (HTML5, CSS3, JavaScript).
 - Framework Bootstrap.
 - Apache Cordova.
 - Plugining Sqlite.
 - Android Studio.
 - Sublime text3 como editor de texto.
 - Grafos versión 1.3.5
 - Sistema operativo Windows 8.1
- Software para prueba.
 - Sistema Android 4.3 como mínimo.



4. RESULTADOS

Esta sección aborda el desarrollo de diferentes etapas del proyecto con el fin de evaluar el resultado obtenido en cada una de ellas.

4.1 Resultados de la etapa uno

Mediante esta etapa de recopilación información se comenzaron a archivar datos concretos de los recorridos que se realizan en el departamento de León que posteriormente se usaron para la manipulación de la información a través de una base de datos a la cual tendrá acceso la aplicación.

Parte de la información brindada por una página web oficial del MTI.

Parte de información recopilada de manera presencial.

DEPARTAMENTO DE LEON

I.- AUTOBUSES EXPRESOS

León Managua -----	52.00
León Matagalpa -----	83.00
León El Guasaule -----	60.00
El Sauce Managua -----	79.00

II. AUTOBUSES ORDINARIOS

León Managua -----	43.00
León Chinandega -----	21.00
León Estelí -----	66.00
León San Isidro -----	55.00
León El Guasaule -----	46.00

Ilustración 5 Precio de los transportes intermunicipales

Arco INT LE-MALPA		Arco INT LE-NAGA	
Origen-Destino	Leon-Malpaisillo	Origen-Destino	Leon-Nagarote
T. Transporte	Interlocal	T. Transporte	Interlocal
Precio	26 C\$	Precio	31 C\$
Distancia Est	Km	Distancia Est	Km
T. Estimado	35-40 minutos	T. Estimado	45 minutos
Horarios Leon-Malpaisillo	De 6:00am a 6:40pm	Horarios Leon-Nagarote	De 6:20am a 5:40 pm
Horarios Malpaisillo-Leon	De 4:00am a 5:40pm	Horarios Nagarote-Leon	De 5:40am a 7:20pm
Descripcion		Descripcion	

Ilustración 6 Datos de cada recorrido



En la base de datos se emplean tres entidades de las cuales dos de ellas son débiles (Paradas y Horarios) las cuales tienen una relación de 1:N con la entidad fuerte como lo es Recorridos. A continuación se muestra el diagrama E-R de la aplicación.

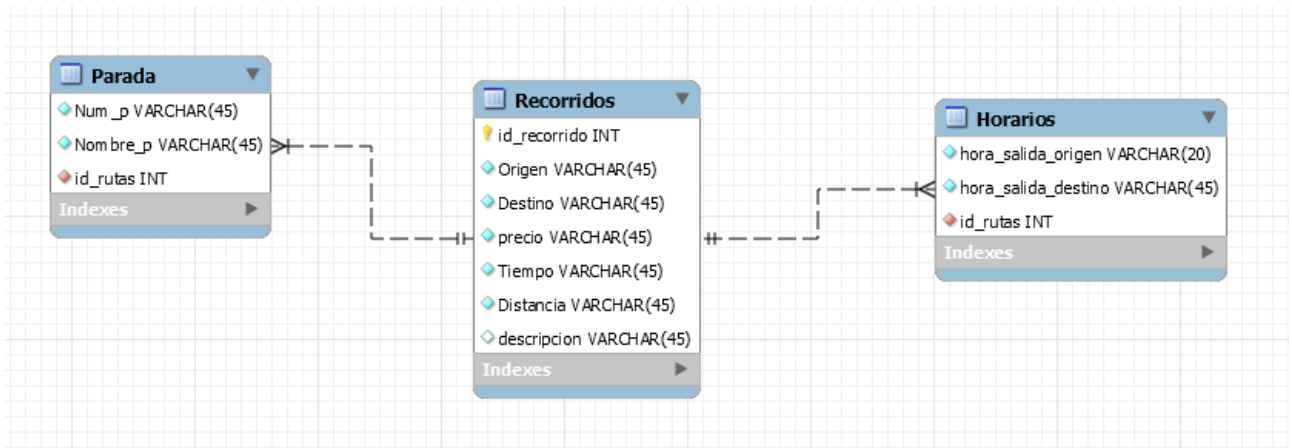


Ilustración 7 Estructura de la base de datos de la aplicación

4.2 Resultados de la etapa dos

La manera más conveniente que pudimos encontrar para conectar dos puntos de un recorrido que representa el origen y su destino, fue basándonos en la teoría de grafos la cual implica enlazar segmentos que tienen conexiones directas. Método mediante el cual nos permitió visualizar las diferentes interconexiones que se pueden realizar con el transporte intermunicipal de León.

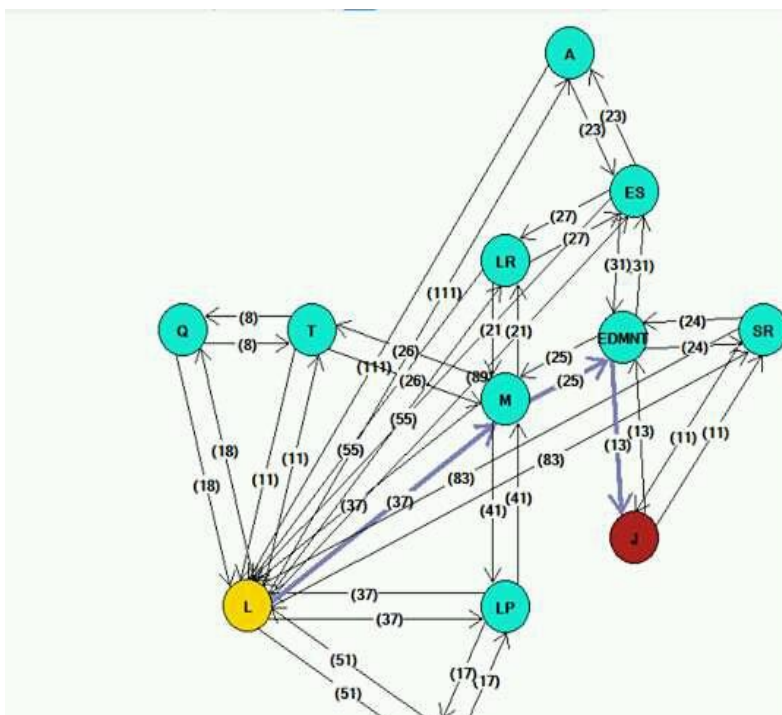


Ilustración 8 Diagrama de representación de las rutas intermunicipales del tipo ordinario a través de grafos



4.3 Resultados de la etapa tres:

Se pueden apreciar los primeros aspectos visuales que se le proporciono a la aplicación para comprobar su funcionalidad, basándonos en recorrido específico seleccionado por el usuario.

The screenshot shows the app interface with a dark green header. On the left, there are three dropdown menus for 'Tipo de Transporte', 'Seleccione Origen', and 'Seleccione Destino', followed by a green 'Cargar Datos' button. On the right, under 'Datos de los recorridos', there are three sections: 'Transporte Expreso', 'Transporte Interlocal', and 'Transporte Ordinario'. Each section contains a table with columns: Origen, Destino, Precio, Horario, Tiempo, Distancia, and Descripción. The 'Transporte Interlocal' section is currently selected and shows a route from León to Chinandega.

Ilustración 9 Página de inicio y recorridos de la App

Transporte Interlocal						
Origen	Destino	Precio	Horario	Tiempo	Distancia	Desc
León	Chinandega	C\$ 31	De 04:00am a 08:45pm; Cada 20 Min Aprox.	45 Min	42 KM	Sale Term León

Ilustración 10 Datos del recorrido

4.4 Resultados de la etapa cuatro

Con la incorporación del algoritmo Dijkstra la aplicación calcula los lugares por donde pasará usuario para llegar del punto de origen hasta su destino. De esta manera dependiendo de qué tipo de transporte seleccionado Dijkstra mostrará la opción más óptima para llegar a un destino sin importar cuantos lugares se encuentren como parte de ese recorrido. Es importante destacar que todos los enlaces poseen como peso 1.

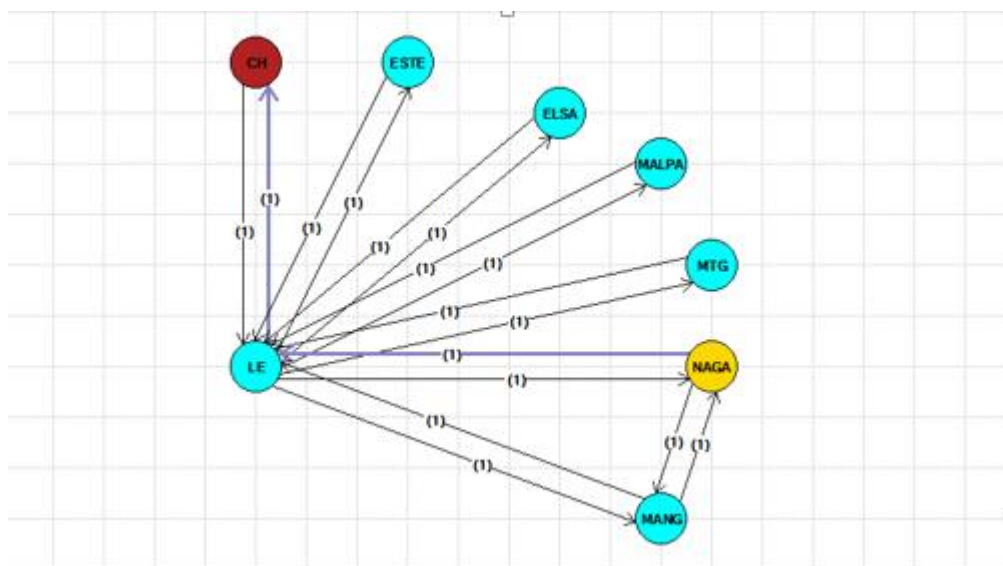


Ilustración 11 Representación de Recorrido Nagarote-Chinandega

En la imagen se aprecia el recorrido **Nagarote – Chinandega**, con la implementación de Dijkstra comprobando las conexiones directas de ambos lugares quedando el recorrido completo de la siguiente manera: **Nagarote – León – Chinandega**.

La imagen mostrada a continuación muestra cómo se provee la información al algoritmo de Dijkstra implementado en Javascript para encontrar la ruta más corta dado un origen y un destino

```
var map = {León:{León:1,Malpaisillo:1,Chinandega:1,Estelí:1,Matagalpa:1,El_Sauce:1 ,Managua:1,Nagarote:1},
  Malpaisillo:{León:1,Malpaisillo:1},
  Chinandega:{León:1,Chinandega:1},
  Estelí:{León:1,Estelí:1},
  Matagalpa:{León:1,Matagalpa:1},
  El_Sauce:{León:1,El_Sauce:1},
  Managua:{León:1,Managua:1,Nagarote:1},
  Nagarote:{León:1,Nagarote:1,Managua:1},
}
graph = new Graph(map);

var arrayInterlocal = graph.findShortestPath(Origen, Destino);
```

Ilustración 12 Tabla Dijkstra de interlocales



Otra herramienta de búsqueda de rutas se encuentra asociadas a lo que son las funciones recursivas método que decidimos implementar con el fin de optimizar el código y mostrar los resultados de todas las combinaciones posibles que posee un recorrido seleccionado.

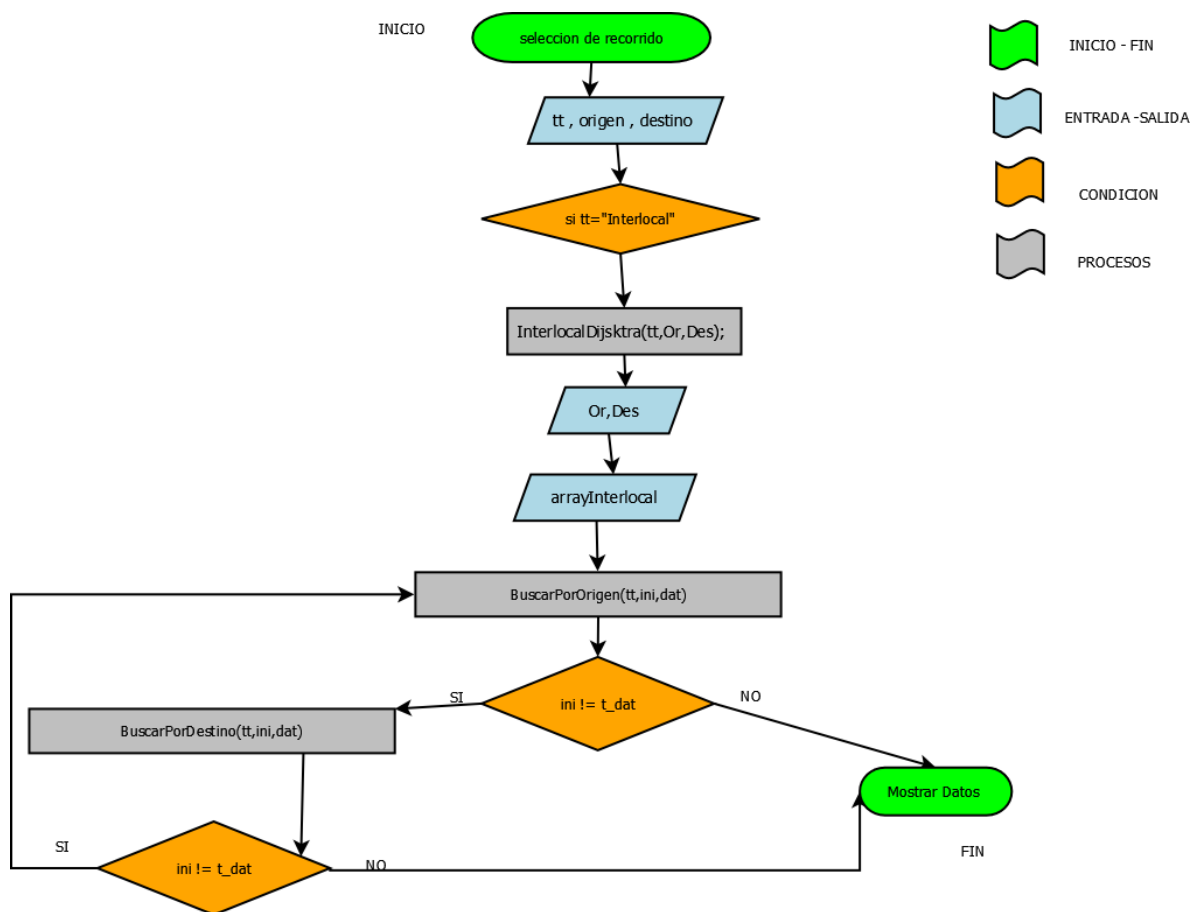


Ilustración 13 Diagrama de flujo de función recursiva

4.5 Resultados de la etapa cinco

Al realizar múltiples pruebas con diferentes usuarios se pudo comprobar que la aplicación resulta de interés para los pasajeros ya que esta les brinda información necesaria para ellos. También se lo logro recopilar datos de rutas que no poseíamos mismas que se añadieron a la aplicación.



5. ASPECTOS FINALES

5.1 Conclusión

Al finalizar nuestro trabajo monográfico podemos afirmar que se desarrolló una aplicación móvil que permite a los usuarios del servicio de transporte intermunicipal obtener información de utilidad de los diferentes tipos de transportes (expresos, ordinarios e interlocales) que tienen a su alcance para una utilización más eficiente de este servicio en el departamento de León, que este será usada sin necesidad de Internet y de manera gratuita.

5.2 Recomendaciones

- Difundir en los medios de comunicación tales como las redes sociales (Facebook) así como espacios locales (departamento de León) la existencia de una aplicación móvil que permite a los usuarios conocer los datos de las rutas intermunicipales de dicho departamento.
- Utilizar un servicio web que facilite la actualización de datos de la aplicación y la inhabilitación de rutas que no estén disponibles.
- Compilar la aplicación para que esté disponible para las plataformas Web, iOS y Windows phone.
- Brindar la opción de búsqueda de recorridos en función de precio o distancia.
- Agregar un mapa interactivo que permita visualizar el resultado del recorrido seleccionado.
- Promover el desarrollo de aplicaciones móviles empleando tecnologías que permitan obtener apps multiplataforma como la empleada en este trabajo.



6. BIBLIOGRAFÍA

Transporte de pasajeros (02 de noviembre del 2017). Obtenido de Ley general de transporte terrestre capitulo III:

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/702D310C82E1AA2C062570A1005844D2?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/702D310C82E1AA2C062570A1005844D2?OpenDocument)

Funciones del MTI. (02 de noviembre del 2017) Obtenido de ministerio de transporte e infraestructura <https://www.mti.gob.ni/index.php/funciones-y-estructura>

Las apps en Nicaragua (29/01/2015). Recuperado el 03 de noviembre del 2017, de La Prensa: <https://www.laprensa.com.ni/2015/01/29/opinion/1773491-nlas-apps-en-nicaragua>.

Mapanica.net (09/12/2015). Recuperado el 03 de noviembre del 2017, de El Nuevo Diario: <http://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/managua/379135-mapa-interactivo-indica-recorrido-cada-ruta-capita/>

Rutas de Managua 2.0 (28/07/2016). Recuperado el 05 de noviembre del 2017, de La Voz Del Sandinismo: <http://www.lavozdelsandinismo.com/nicaragua/2016-07-28/rutas-managua-2-0-nueva-aplicacion-viajar-la-capital/>



ANEXOS

Anexo 1: Precio de los tipos de transporte que se ofrecen en el departamento de León.

Esta sección muestra el precio de los servicios de transporte público intermunicipal del departamento de León, estipulado por el MTI el 10 de abril del corriente año.

DEPARTAMENTO DE LEON

I.- AUTOBUSES EXPRESOS

León Managua	52.00
León Matagalpa	83.00
León El Guasaule	60.00
León Estelí	80.00

II. AUTOBUSES ORDINARIOS

León Managua	43.00
León Chinandega	21.00
León San Isidro	55.00
León El Guasaule	46.00
León Malpaisillo - Matagalpa	66.00
Nagarote Managua	19.00
La Paz Centro Managua	26.00
León La Paz Centro	20.00

León Tecuaname-El Espino	46.00
León Cristo Rey	18.00
León El Tololar	12.00
León El Papalonal	58.00
León Complejo Minero Santa Pancha	36.00
León Las Lomas	42.00
León Malpaisillo	25.00
León El Jicarito	13.00
León Las Marías-La Quemada	26.00
Tecuaname La Paz Centro-Managua	55.00
Santa Rosa Del Peñón Jicaral	11.50
León Valle Las Zapatas-El Piñuelar	22.00
Anexos	
León Las Peñitas	14.00
León Los Caleros	15.00

León Nagarote	26.00
León Santa Rosa Del Peñón	53.00
León Telica	6.50
León Quezalguaque	10.00
Telica Quezalguaque	3.50
León Posoltega	15.00
León El Sauce	50.00
León Achuapa	66.00
La Paz Centro Puerto Sandino	16.50
Puerto Sandino Managua	33.00
Achuapa Estelí	38.00
El Sauce-Villanueva Somotillo-Guasaule	65.00
León-La Ceiba Amatitan-La Paz Centro	25.00
León Las Mojarras	53.00
León Las Marías	27.00

Achuapa El Sauce	25.00
La Paz Centro Nagarote	10.00
El Sauce Santa Rosa	30.00
León Valle Los Urroz	15.00
León Las Pencas	15.00

III.- MICROBUSES INTERLOCALES

León Chinandega (Interlocal)	31.00
León Malpaisillo (Interlocal)	26.00
León Matagalpa (Interlocal)	86.00
León Estelí (Interlocal)	74.00
León El Sauce (Interlocal)	57.00
Managua León (Interlocal)	55.00
Nagarote Managua (Interlocal)	28.00
Nagarote León (Interlocal)	31.00

Ilustración 14 Precio de transporte intermunicipal



Anexo 2: Datos específicos de los tipos de transportes adquiridos de forma presencial en cada una de las terminales de la ciudad de León.

Estas imágenes reflejan datos específicos de algunas rutas requeridos en la aplicación los cuales se recopilieron de forma presencial.

Datos de Los Arcos de los Interlocales de León							
Arco INT LE-MANG		Arco INT LE-CH		Arco INT LE-ESTE		Arco INT LE-ELSA	
Origen-Destino	Leon-Managua	Origen-Destino	Leon-Chinandega	Origen-Destino	Leon-Esteli	Origen-Destino	Leon-El Sauce
T. Transporte	Interlocal	T. Transporte	Interlocal	T. Transporte	Interlocal	T. Transporte	Interlocal
Precio	55 C\$	Precio	31 C\$	Precio	74 C\$	Precio	57 C\$
Distancia Est	Km	Distancia Est	42 Km	Distancia Est	130 Km	Distancia Est	Km
T. Estimado	1:30 minutos	T. Estimado	45 Min	T. Estimado	2 horas	T. Estimado	1:20 minutos
Horarios Leon-Managua	De 04:00am a 08:00pm; Cada 20 Min Aprox.	Horarios Leon-Chinandega	De 04:00am a 08:45pm; Cada 20 Min Aprox.	Horarios Leon-Esteli	De 04:00am a 11:45am; Cada 20 Min Aprox.	Horarios Leon-El Sauce	De 05:00am a 03:00pm; Cada 20 Min Aprox.
Horarios Managua-Leon	De 04:00 am a 08:00pm; Cada 20 Min Aprox.	Horarios Chinandega-Leon	De 04:00am a 08:45pm; Cada 20 Min Aprox.	Horarios Esteli-Leon	De 06:00am a 02:10pm; Cada 20 Min Aprox.	Horarios El Sauce-Leon	De 04:00 am a 03:00pm; Cada 20 Min Aprox.
Descripcion		Descripcion	Sale cuando se llena cada 20 Min	Descripcion		Descripcion	

Ilustración 15 Datos del transporte Interlocal

DATOS DE LOS ARCOS DE LOS BUSES ORDINARIOS DE LEON							
Arco ORD LE-MANG		Arco ORD LE-CH		Arco ORD LE-N		Arco ORD LE-SNISI	
Origen-Destino	Leon-Managua	Origen-Destino	Leon-Chinandega	Origen-Destino	Leon-Nagarote	Origen-Destino	Leon - San Isidro
T. Transporte	Ordinario	T. Transporte	Ordinario	T. Transporte	Ordinario	T. Transporte	Ordinario
Precio	43 C\$	Precio	21 C\$	Precio	26 C\$	Precio	55 C\$
T. Estimado	2 H	T. Estimado	1 H 10 Min	T. Estimado	1 H 22 Min	T. Estimado	2 H 30 Min
Distancia Est	Km 93 hasta terminal	Distancia Est	41 Km	Distancia Est	53 KM	Distancia Est	110 Km
Horarios Leon-Managua	De 04:00am a 05:00pm	Horarios Leon-Chinandega	De 04:30am a 06:00pm; Cada 15 Min	Horarios Leon-Nagarote	De 06:00am a 07:00pm; Cada 40 Min	Horarios Leon - San Isidro	De 06:00am a 05:00pm cada 1/2 h
Horarios Managua-Leon	de 05:00am a 05:00pm	Horarios Chinandega-Leon	De 05:00am a 07:00pm; Cada 15 Min	Horarios Nagarote-Leon	De 04:20am a 05:20pm; Cada 40 Min	Horarios San Isidro M-Leon	De 06:00am a 05:00pm cada 1/2 h
Descripcion	sale cada 30 minut	Descripcion	Entrando a Chichigalpa 50 Km	Descripcion		Descripcion	152km hata matagalpa

Ilustración 16 Datos del transporte ordinario

Datos de Los Arcos de los Buses Expresos de León					
Arco EX LE-MANG		Arco EX LE-ESTE		Arco EX LE-ELGUA	
Origen-Destino	Leon-Managua	Origen-Destino	Leon-Esteli	Origen-Destino	Leon-El Guasable
T. Transporte	Expreso	T. Transporte	Expreso	T. Transporte	Expreso
Precio	52 C\$	Precio	80 C\$	Precio	60 C\$
Distancia Est	93 Km	Distancia Est	140 km	Distancia Est	108 Km
T. Estimado	1 h 36 min	T. Estimado	2 h	T. Estimado	2h 20 min
Horarios Leon-Managua	06:00am, 06:30am, 07:30am, 08:00am, 08:30am, 09:00am, 10:30am, 11:00am, 12:00pm, 01:00pm, 02:00pm, 03:00pm, 04:00pm	Horarios Leon-Esteli	12:45 pm, 2:15pm, 3:15pm.	Horarios Leon-El Guasable	5:10 a. m.
Horarios Managua-Leon	09:15am, 10:15am, 11:15am, 12:15pm, 01:15pm, 02:15pm, 03:15pm, 04:15pm, 05:15pm, 05:45pm, 06:15pm	Horarios Esteli-Leon	5:00 am, 5:45 am, 6:45 am.	Horarios El Guasable-Leon	3:00 p. m.
Descripcion		Descripcion		Descripcion	

Ilustración 17 Datos del transporte expreso

Anexo 3: Elaboración de mapas a través del software grafos.

Mediante grafos pudimos delimitar las rutas correspondientes al departamento de León así como también asociar unas con otras logrando encontrar la ruta más corta una vez seleccionado un origen y un destino. A continuación se muestra los mapas creados con este software.

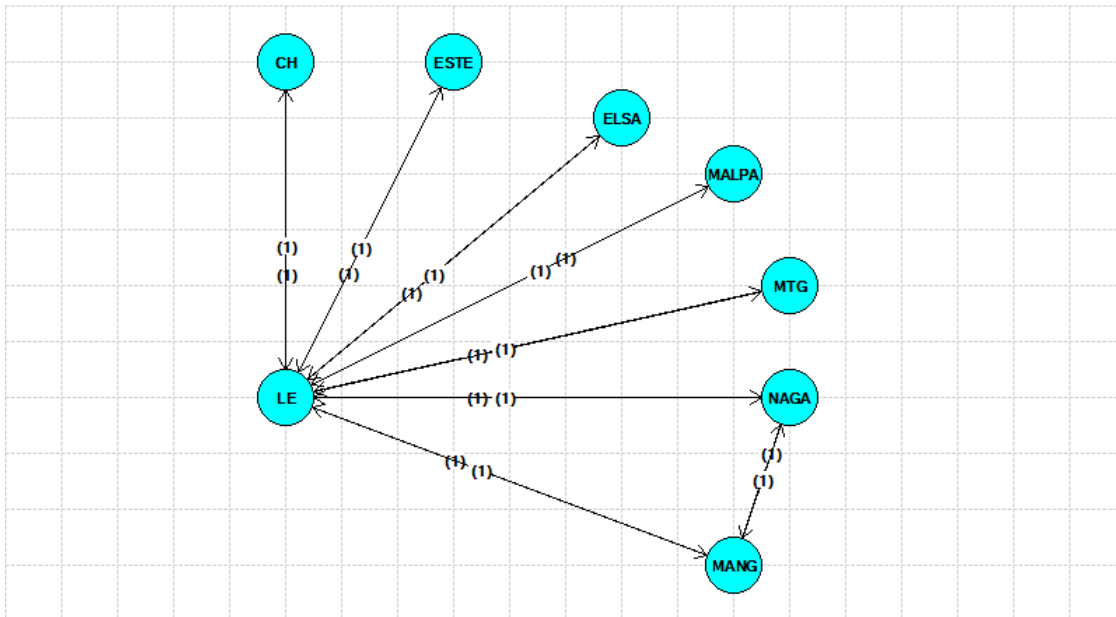


Ilustración 18 Grafo del transporte interlocal

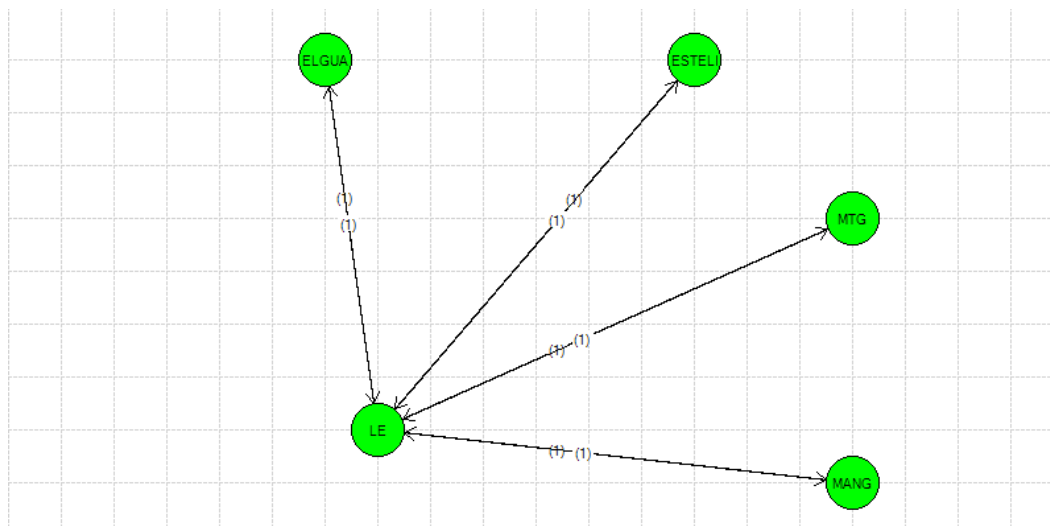


Ilustración 19 Grafo del transporte expreso

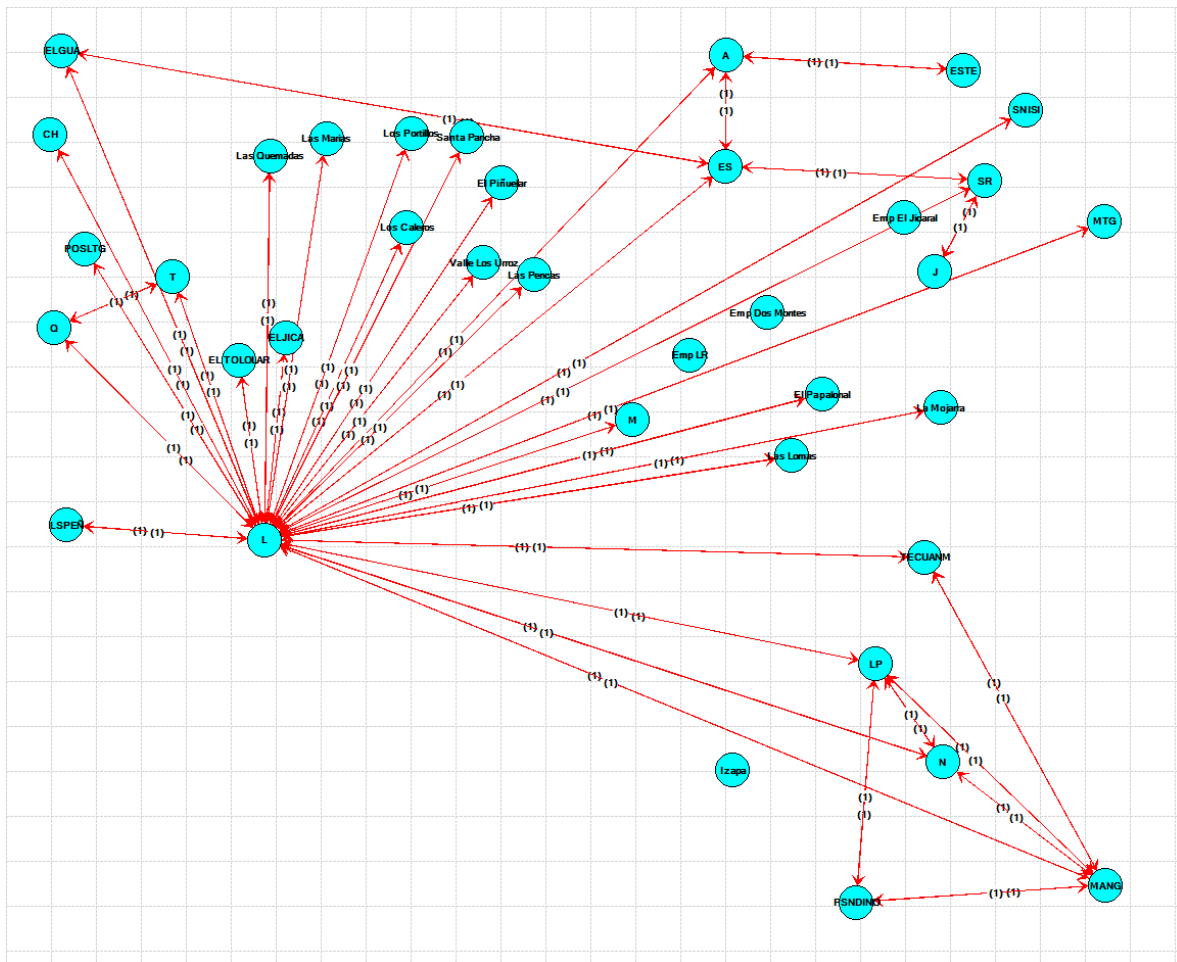


Ilustración 20 Grafo del transporte ordinario



Anexo 4: Presentación de la aplicación

Como última parte solamente nos queda mostrar la aplicación completa. Desde el icono de la aplicación, datos de una ruta seleccionada así como también datos propios de la App.

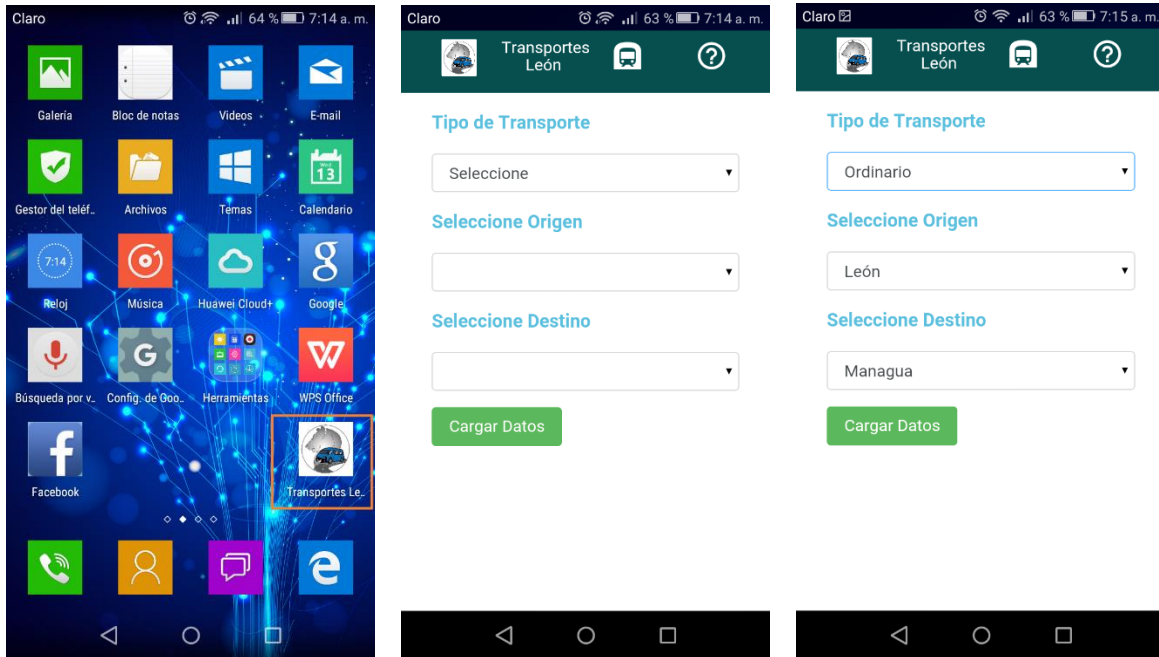


Ilustración 21 Interfaces de inicio de la aplicación

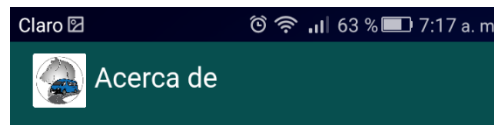
Transporte Ordinario						
Origen	Destino	Precio	Horario	Tiempo	Distancia	D
León	Managua	C\$ 43	De 04:00am a 05:00pm,	2 H	93 KM	S

Ver Transporte de Regreso						
Origen	Destino	Precio	Horario	Tiempo	Distancia	D
Managua	León	C\$ 43	De 05:00am a 05:00pm,	2 H	93 KM	S

Ilustración 22 Datos de un recorrido (ida y regreso)



Ilustración 23 Terminales de León



Transportes León

Versión 1.0

Transportes León es una aplicación que brinda información de horarios, precios y descripción de los tipos de transportes que ofrece el departamento de León.

Desarrollado Por
Danny Flores
Kenneth Ferrufino
dannyflores494@gmail.com
kennethferrufino@gmail.com

Ilustración 24 Interfaz Acerca de