

DESARROLLO DE METODOLOGÍAS PARA RECOPIRAR INFORMACIÓN DE VIAJES DE MANERA MIXTA

Claudio Andrés Figueroa Contreras, Universidad de Concepción claudiofigueroa@udec.cl

Juan Antonio Carrasco Montagna, Universidad de Concepción juancarrasco@udec.cl

Sebastián Astroza Tagle, Universidad de Concepción sastroza@udec.cl

RESUMEN

Producto de la consolidación en la accesibilidad de smartphones con conexión a internet, se genera una oportunidad para recabar información de viajes de manera precisa usando éstos. Para verificar su factibilidad dentro de Chile, se recaba información de experiencias internacionales, en las cuales se desarrolla una metodología que consiste en una aplicación para recabar el viaje por GPS (pasivo), y otra aplicación para registrar las características del viaje (activo), generando una metodología mixta de recopilación de viajes. Tomando estas referencias, se desarrolla una metodología similar y se aplica al Gran Concepción, demostrando su factibilidad aunque con ciertos desafíos por delante.

Palabras claves: Smartphones, Metodología, Viajes, Internet, GPS, Smart Cities

ABSTRACT

As a result of the consolidation in the accessibility of smartphones with internet connection, an opportunity is generated to collect travel information accurately using them. To verify its feasibility in Chile, information is collected from international experiences, in which a methodology is developed consisting of an App to collect the trip by GPS (in a passive way), and another App to record the characteristics of the trip (in an active way), generating a mixed methodology of trip collection. Taking these references, a similar methodology is developed and applied to “El Gran Concepción”, demonstrating its feasibility although with certain challenges ahead.

Keywords: Smartphones, Methodology, Trip, Internet, GPS, Smart Cities

1. INTRODUCCIÓN

Medir la movilidad y la caracterización de los viajes realizados en un área urbana es primordial para entender el comportamiento de sus habitantes con relación a su medio urbano, es por ello que con el paso del tiempo se han ido perfeccionando mecanismos para lograr recabar información al respecto, siendo la Encuesta Origen-Destino (EOD) un ejemplo de ellas, la cual se ha realizado en diversas comunas de Chile a lo largo de los años.

Esta encuesta sirve para conocer la cantidad de viajes de una zona, su tiempo de viaje, su inicio, su final, su motivo o modo de viaje, entre muchas otras variables. Estos datos son muy útiles ya que permiten saber la caracterización de una zona según el comportamiento de los viajes, los cuales sirven para medir el impacto vial de un proyecto, como también sirve para medir la atracción de viajes de una zona al momento de hacer un estudio de prefactibilidad de algún proyecto de infraestructura, ya sea privada o estatal, entre muchos otros usos de ingeniería como académicos.

Hoy en día, debido a la incorporación de nuevas tecnologías al alcance de la gran mayoría de personas, como lo son los teléfonos inteligentes o smartphones con una constante conexión a internet a bajo costo, genera una oportunidad de mejoría al aplicar estas encuestas de movilidad. Ello genera que éstas sean más exactas y requiriendo un menor esfuerzo del encuestado en responderla, pudiendo generar mejores caracterizaciones en patrones de viaje, y consecuentemente menores pérdidas sociales al momento de generar proyectos de ingeniería dentro de áreas urbanas.

Es por ello que se desarrolla una metodología donde se combinan preguntas directas (método activo; donde el usuario ingresa por su cuenta la información necesaria manualmente), con información recabada por medio del movimiento de los teléfonos celulares mientras la persona realiza un viaje (método pasivo; donde la información necesaria la entrega automáticamente sin necesidad de que el usuario ingrese información), de la forma más precisa y adecuada, generando así una metodología mixta de recopilación de datos de viaje.

La metodología que se propone, basada en múltiples experiencias internacionales, se implementa mediante una prueba piloto (abierta a todo público) realizada en el Gran Concepción en enero de 2022, con el fin de demostrar factibilidad en la recopilación mixta de datos de movilidad dentro del territorio nacional. A su vez, la prueba piloto servirá como elemento de ajuste y corrección de la metodología, mediante los resultados cuantitativos y comentarios de los participantes.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Experiencia Internacional

(Tamer et al. 2011) Se crea un prototipo de recolección de datos de movilidad usando métodos pasivos, con la cual concluyen que las principales falencias de la recolección de datos por métodos activos y/o tradicionales radican en que:

- Requieren un esfuerzo adicional para el viajero, ya que demanda tiempo en responder la encuesta.
- No son tan exactos debido a que apelan a la memoria del encuestado, por lo que la modelación de la demanda de viajes no es tan exacta.
- Requieren un pago monetario a los encuestadores, incrementando el costo de realización de estas encuestas por métodos activos.

A su vez, la implementación de nuevas tecnologías para la recolección de datos de forma pasiva, presentan ciertos desafíos técnicos como:

- Resolver la interrupción de señal cuando se está en lugares cerrados como el metro o el paso por túneles.
- Resolver el alto consumo de batería que supone tener el GPS activado todo el día.
- Resolver la automatización del modo de viaje, ya que hay información vital que no se puede obtener por métodos pasivos.

(Harding et al. 2016) Se aplica un piloto de recolección de datos de manera mixta en el área urbana de Toronto (Canadá) en el año 2016 usando aplicaciones como ‘GPS Logger’ para identificar la

ruta exacta del viaje de manera automática, y *'TapLog'* como aplicación de encuesta para identificar parámetros que aún no se pueden calibrar ni obtener por métodos automáticos.

Estos parámetros activos consisten en información de viajes como el motivo de viaje, así como información del usuario como género, edad, nivel de ingresos, tipo de hogar, entre otros. Por otro lado, hay parámetros que se pueden inferir del método pasivo como las horas de inicio y finalización de viaje, la duración y distancia del viaje, entre otros, los cuales se pueden automatizar por medio de sucesivas calibraciones y así ajustar el algoritmo para que sea la recolección de datos sea lo más automático posible.

En marzo de 2016 se realiza el llamado a participar a firmas de investigación de viajes, entidades comerciales con registro de ubicaciones, y personas con experiencia de desarrollo de aplicaciones móviles. Una vez que se tienen seleccionados a los participantes, se procede a realizar esta prueba mediante smartphones de manera aleatoria durante 32 días seguidos, teniendo los smartphones la misma configuración a lo largo del día con el fin de evitar un sesgo por hardware. En total se realizan 317 viajes usando ocho modos de transporte diferentes, representando aproximadamente 149 horas de viaje, repartidos dentro de 21 usuarios con smartphones, de los cuales 11 corresponden a dispositivos con iOS y 10 con Android.

Si bien se demuestra factibilidad en su aplicación, aún hay que mejorar la automatización de datos ya que una persona debe verificar manualmente los datos pasivos y cruzarlos con la información activa descrita por el encuestado. Por otro lado, también se demuestra que el consumo de batería generado por tener activo el GPS todo el día no es significativo, ni tampoco el consumo de memoria RAM presente en el celular, los cuales son en su mayoría celulares inteligentes de gama media y baja del año 2016.

Usando de base la metodología aplicada a Toronto, se concluye que es factible aplicar una metodología que permita recopilar información de viajes de manera mixta dentro de un área urbana nacional. Esta factibilidad se basa en que se vence la barrera del consumo de batería y RAM del celular que ya se veían insignificantes hace seis años, aunque se tienen aún los desafíos de vencer la barrera geográfica y generacional que produce la no posesión y la no experticia en las tecnologías que son más nuevas.

2.2 Revisión de Aplicaciones Móviles

La revisión de las aplicaciones es una etapa importante en el desarrollo de una metodología, ya que mediante ella se puede ver el abanico de opciones que tienen todos los usuarios tienen disponibles. Esta revisión se enfoca al sistema operativo Android (en específico se prueba en un teléfono Redmi Note 10 Pro ejecutándose bajo Android 11).

Se prueba un total de 12 aplicaciones, de las cuales se termina por elegir a GPS Logger Lite como aplicación de recolección de rutas de viaje automática, y a MyForms como aplicación de confección de encuestas para la parte activa, generando así una metodología mixta de recolección de datos.

La siguiente tabla presenta un resumen de las principales características de estas aplicaciones.

Tabla 2.1. Características principales de GPS Logger Lite, parte 1


| Nombre | Icono | Características | Ventajas | Desventajas |
|-----------------|---|--|--|---|
| GPS Logger Lite |  | Aplicación que registra la ruta de los viajes hechos por el usuario en un periodo determinado de tiempo. | <p>Genera el registro de la ruta del viaje realizado por el usuario de forma pasiva.</p> <p>Se pueden poner anotaciones a la mitad de la realización del itinerario, también se puede pausar la realización del registro para seguir en ese mismo registro en otro momento del día.</p> <p>Las funciones básicas son gratis.</p> | <p>Hay un consumo excesivo de batería al estar ejecutándose la aplicación en segundo plano.</p> <p>Hay que preconfigurar el dispositivo, dando permisos especiales para que la aplicación nunca se cierre al estar en segundo plano, ni deje de dar el permiso para usar el GPS.</p> <p>No se puede determinar el propósito del viaje.</p> <p>Para acceder a funciones avanzadas hay que generar un pago de CLP\$1.600.</p> |

Tabla 2.2. Características principales de GPS Logger Lite, parte 2


| Nombre | Icono | Carga del Usuario | Formato de Entrada | Formato de Salida |
|-----------------|---|---|--|--|
| GPS Logger Lite |  | Media-baja, se registran todos los viajes de manera automática en un periodo dado de tiempo en la semana, pero hay que ingresar manualmente las anotaciones (como lo pueden ser cambios en el modo de viaje). | Interfaz Gráfica. Sólo hay que apretar los botones de pausa, anotar y detener para interactuar con lo básico del registro de la ruta. | Los datos se puede exportar mediante archivos .fitlog, .tcx, .kml, .gpx y .cvs. Parámetros: Hora, Latitud, Longitud, Altitud, Velocidad y Distancia Total). |

Tabla 2.3. Características principales de MyForms, parte 1



| Nombre | Icono | Características | Ventajas | Desventajas |
|---------|---|---|--|---|
| MyForms |  | <p>Aplicación que genera diversos tipos de encuesta, las cuales también pueden ser respondidas múltiples veces.</p> <p>También pueden ser registrados ubicaciones (de forma activa) mediante Google Maps.</p> | <p>Permite obtener toda la información que no puede entregar un método pasivo.</p> <p>Se pueden registrar los viajes mediante anclaje de puntos por GPS manual.</p> <p>No requiere configuración previa del dispositivo, tampoco genera un consumo excesivo de batería.</p> <p>Se puede contestar en una página web, no requiriendo una aplicación específica, además se puede responder en un notebook.</p> | <p>Se requiere ingresar los datos de los viajes y su propósito manualmente.</p> <p>No es muy diferente del método que se usa hoy en día para aplicar Encuestas Origen-Destino.</p> <p>Se puede determinar el propósito del viaje de manera activa.</p> <p>Hay que crear una API de Google Maps para incorporarla a la aplicación.</p> <p>Tiene una versión de paga (US\$12.00 mensuales), con la cual se pueden tener mayor cantidad de respuestas (llegando a 1.000 desde las 150 gratis).</p> |

Tabla 2.4. Características principales de MyForms, parte 2

| Nombre | Icono | Carga del Usuario | Formato de Entrada | Formato de Salida |
|---------|---|---|--|---|
| MyForms |  | Muy alta, ya que se tiene que registrar todos los viajes de manera manual, apelando a la memoria del encuestado si las hace de noche, o apelando a su constancia si se hace inmediatamente al momento de realizarse el viaje. | Interfaz Gráfica. Preguntas por selección múltiple, anclaje de puntos, dibujos de rutas, ingreso de valores numéricos, etc. | Sin interfaz gráfica, las respuestas se pueden visualizar en la página web o directamente en la aplicación, genera un Excel con las respuestas. Se genera además un promedio de todas las respuestas ingresadas por los diferentes usuarios. |

Para el registro de datos pasivos se usa GPS Logger Lite, que si bien tiene una versión de paga, la versión gratuita ofrece todos los servicios necesarios de forma predeterminada, ofrece datos de salida acotados pero útiles y además tiene una interfaz de usuario amigable, sin tantas opciones ni pasos extras que puedan confundir al potencial usuario, siendo muy simple exportar los datos de las sesiones de viaje.

Para el registro de datos activos se tiene las aplicaciones de Jotform y MyForms, las cuales tienen características similares ya que ambas sirven para crear encuestas con gran cantidad de opciones. Se elige usar MyForms por sobre Jotform ya que es más fácil e intuitiva al momento de crear encuestas, además ofrece una cuota gratis con mayor cantidad de almacenamiento de encuestas y sus respuestas.

MyForms además puede almacenar de manera gratuita 10 encuestas con 150 respuestas mensuales a encuestas, posterior a eso hay que pagar US\$12 por mes para acceder a una mayor cantidad de beneficios; 25 encuestas con 1.000 respuestas mensuales. Mientras que Jotform permite 5 encuestas gratis, siendo más acotado que MyForms, además que su versión de pago es más de doble de cara que MyForms, con lo cual se determina usar esta última para la aplicación de la metodología de recolección de datos mixtos.

3. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Tomando como base la experiencia internacional recabada, junto con la oferta de aplicaciones móviles en Android en el año 2022, se establece la metodología en general que se sintetiza en la siguiente figura.

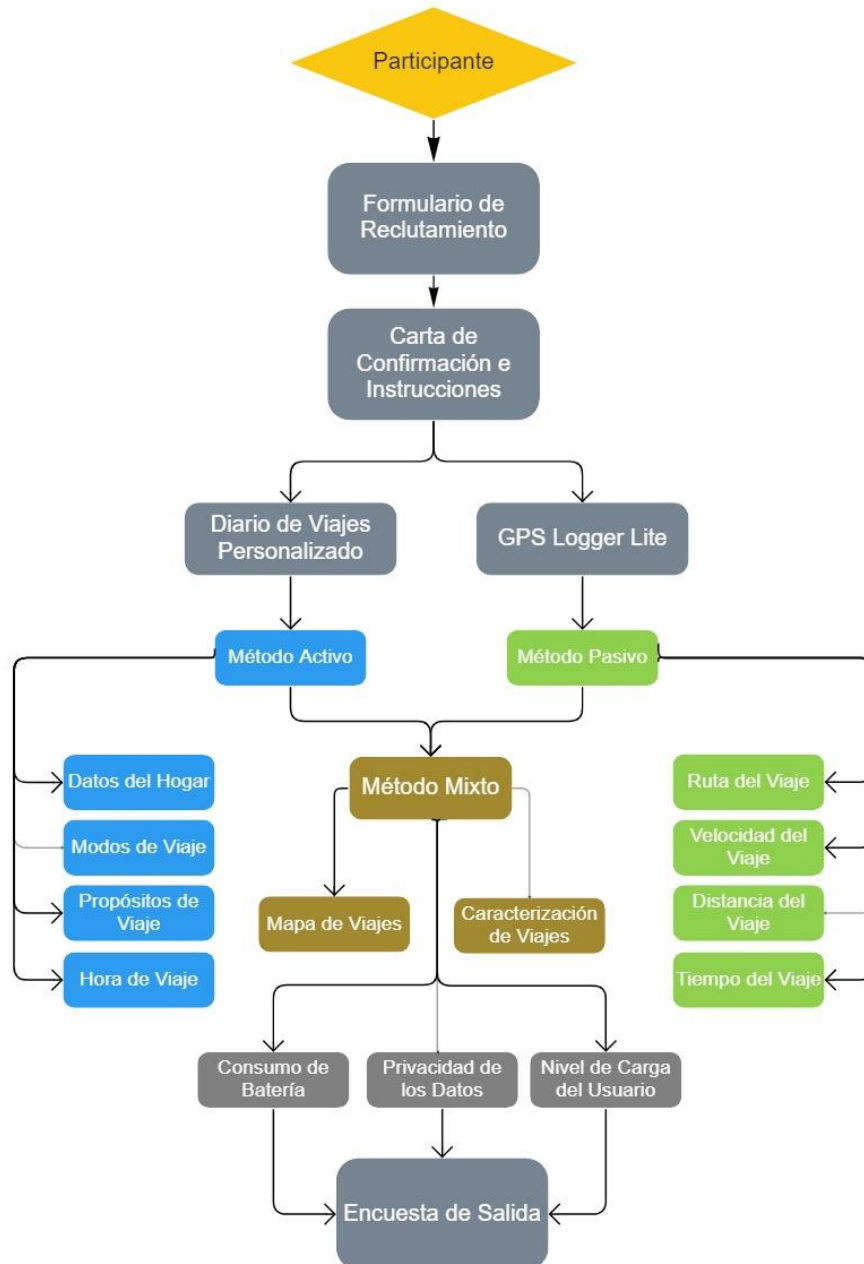


Figura 3.1. Diagrama de flujo para la metodología en general

miro

Después de publicar el piloto de prueba de esta metodología en Redes Sociales, se procede a enviar un formulario de reclutamiento los participantes llenan sus datos principales (nombre, teléfono y correo electrónico) para que sean contactados y que se les entregue mediante Whatsapp o correo electrónico su carta de confirmación, la cual incluye un enlace hacia su diario de viajes, además de entregar las instrucciones detalladas de la instalación de GPS Logger Lite.

La siguiente figura representa las pantallas de inicio que se muestran a los participantes al entrar a sus diarios de viajes personalizados.

The figure displays three sequential screenshots of a mobile application interface for a personalized travel diary. The interface is dark-themed with orange accents.

- First Screenshot:** A welcome screen for "Claudio". It includes a title "Claudio. Bienvenido a tu Diario de Viaje", a paragraph explaining the app's purpose as a test for a new methodology to collect data for travel diaries, and a note that the methodology is for drafting a thesis to obtain a Civil Engineering degree. It also states that all information is for academic purposes and guarantees data confidentiality. A contact number (+56988104468) is provided. An orange "INGRESAR" button is at the bottom.
- Second Screenshot:** The main diary screen titled "Diario de Viajes de Claudio Figueroa (1) (1)". It asks "1. ¿Qué desea realizar?" and offers two options: "Registrar un Viaje" and "Ingresar los datos del Hogar (Sólo la primera vez que se ingresa)". A yellow "Submit" button is at the bottom right. A footer bar contains a link to "Crea Tu Propio Formulario" and the "forms.app" logo.
- Third Screenshot:** A list of activities for the diary. It includes "Recreación", "Volver a Casa", "Visitar a alguien", "Buscar o dejar a alguien", "Comer o tomar algo", "Buscar o dejar algo", and "Otra". Below this, it asks "8. ¿Por cuál modo de transporte realizó este viaje?" and lists "Caminata", "Bicicleta", "Transporte Privado (Auto)", "Transporte Público (Taxi/colectivo/Taxibus)", and "Otro". A yellow "Submit" button is at the bottom right.

Figura 3.2. Capturas de pantalla del diario de viajes personalizado

Los participantes al momento de obtener su diario de viajes personalizado, deben registrar información respecto a sus datos del hogar en el cual posee residencia, teniendo que realizar este paso tan solo la primera vez que se entra al diario de viajes personalizado.

Por otra parte, para que los participantes registren de manera activa sus viajes, deben ir a la opción para registrar un viaje. Se tomará como criterio de un viaje cualquier desplazamiento que se haga con destino un punto exterior al hogar de residencia.

Para la parte pasiva de esta metodología, se tendrá el uso de la aplicación GPS Logger Lite, la cual registra la ruta del viaje del usuario de manera automática, funcionando constantemente en segundo plano. La aplicación se debe activar una vez que se sale del hogar hasta que se vuelve al hogar, teniendo que terminar la sesión de viaje y exportando los datos mediante Whatsapp o correo electrónico.

La siguiente figura representan las pantallas de inicio que se muestran a los participantes al entrar a GPS Logger Lite.

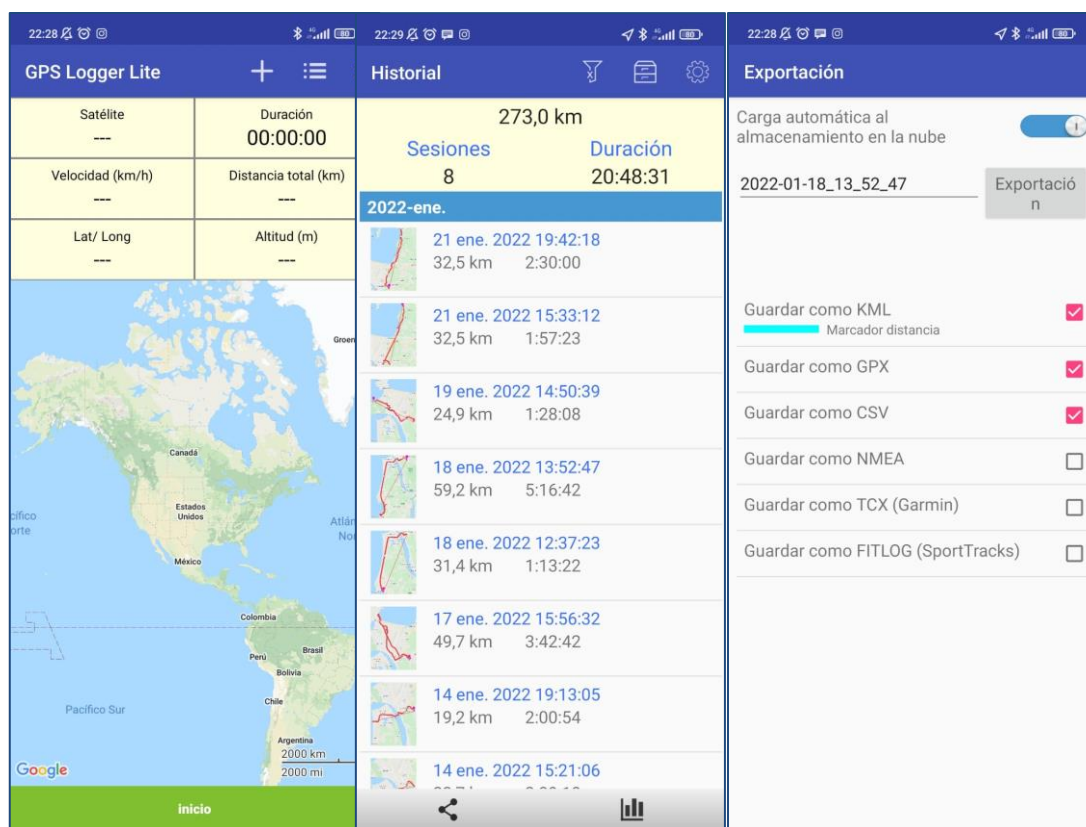


Figura 3.3. Capturas de pantalla del diario de 'GPS Logger Lite'

Para generar el cruce de información entre la parte pasiva y la parte activa, se realiza una tabulación manual de datos, la cual consiste en revisar el archivo .csv de salida de GPS Logger Lite con los viajes realizados durante el día, y esa información contrastarla con lo que el usuario responde en su diario de viajes personalizados, generando así el cruce de datos activos y pasivos.

Para determinar un mejor detalle de la metodología, la siguiente figura detalla el diagrama de flujo para ingresar de manera manual los datos del hogar la primera vez que se ingresa.

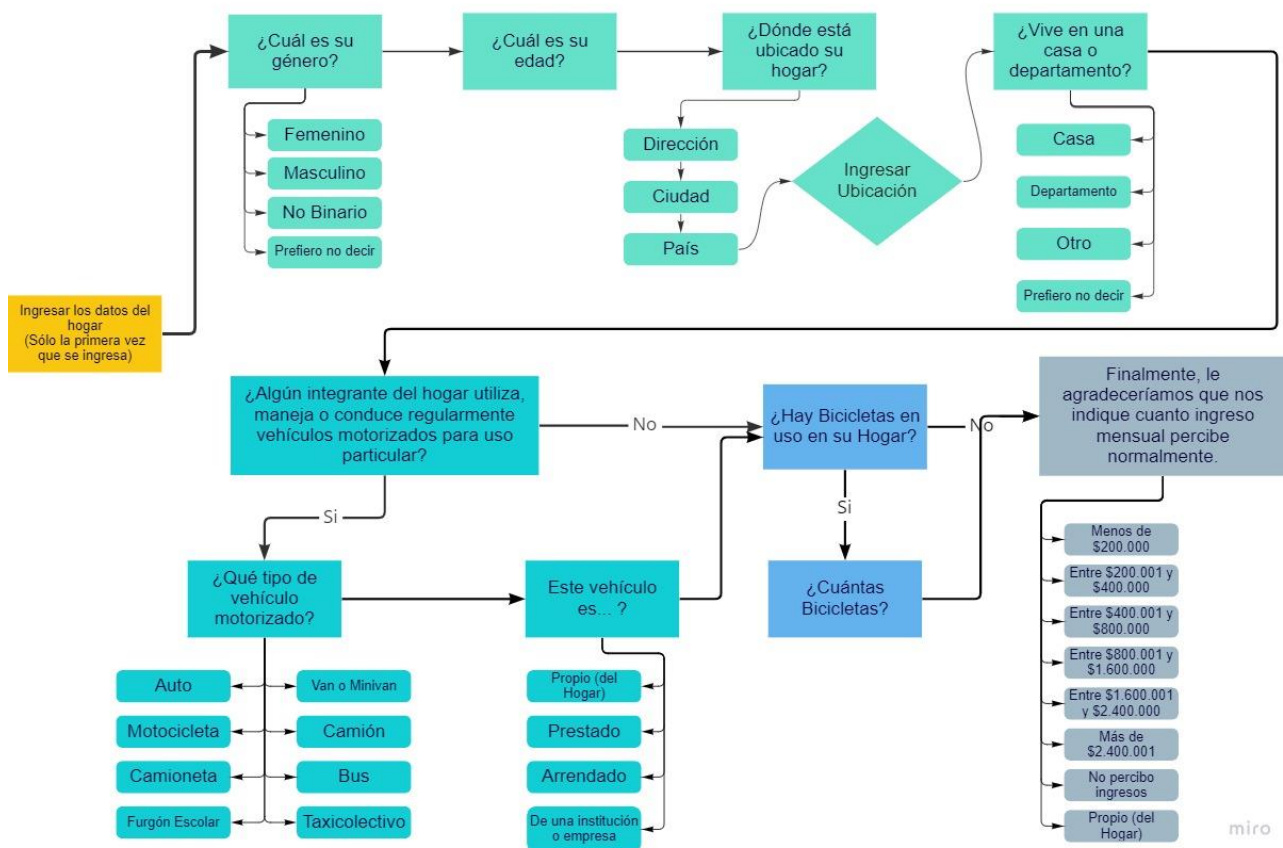


Figura 3.4. Diagrama de flujo del diario de viajes (datos del hogar)

Por otro lado, la siguiente figura detalla el diagrama de flujo del diario de viajes personalizado de los participantes.

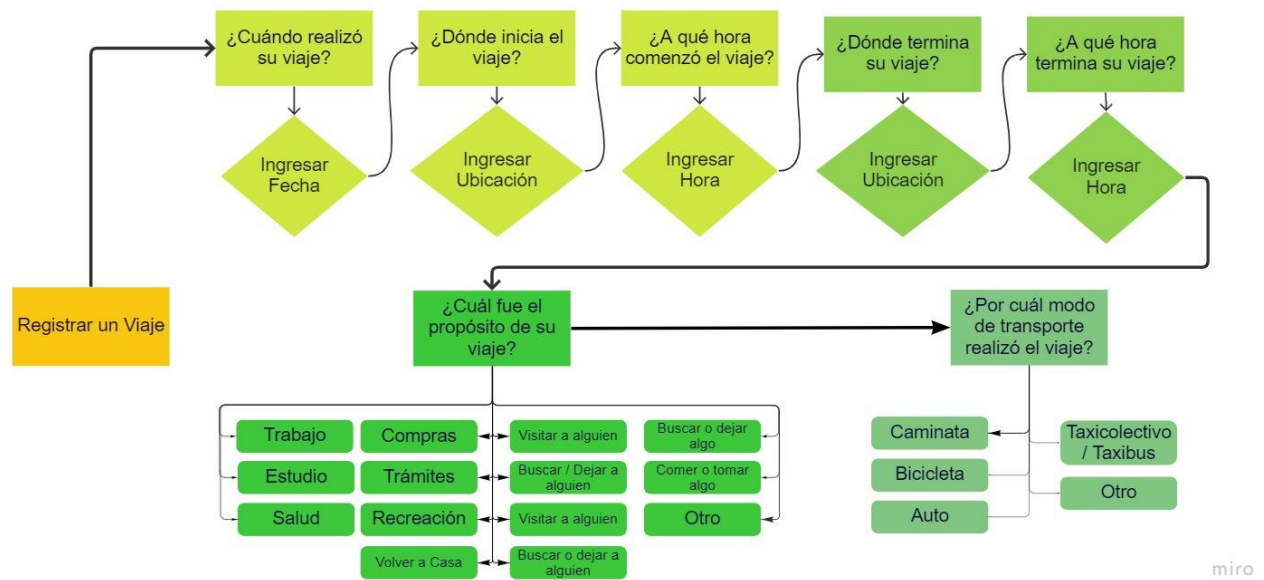


Figura 3.5. Diagrama de flujo del diario de viajes (registro de viajes)

Una vez finalizada la aplicación de este piloto, se le envía a los participantes una encuesta de salida que recaba información respecto a la comodidad al usar la metodología, su nivel de carga, su perspectiva respecto al consumo de batería y privacidad de los datos, junto con un espacio para dejar comentarios y sugerencias respecto a la metodología

Una vez que el participante responde esta encuesta de salida, se da por finalizado la participación del usuario en el desarrollo de esta metodología de recolección de datos de forma mixta.

4. PRUEBA PILOTO

Una vez que se efectúa una prueba prepiloto para calibrar la metodología mediante un grupo cerrado de personas, se realiza la prueba piloto la cual es abierta al público en general. El piloto se prueba durante dos semanas por 21 participantes, ejecutándose desde el 10 al 23 de enero del 2022, con el objetivo de ver si la metodología propuesta funciona y tiene representatividad con los datos obtenidos para un área en específico, que en este caso serían las comunas que comprenden al Gran Concepción.

Se establece como requisito de aprobación de esta prueba piloto, el haber registrado efectivamente 2 viajes mixtos (registrándolo correctamente en su diario de viajes, y recabando la información automática sin errores mediante ‘GPS Logger Lite’). El registro de más viajes queda a manera voluntaria del participante de la metodología.

De los 21 participantes que a lo largo de las dos semanas se inscriben efectivamente y se les envía su respectivo diario de viajes personalizado junto con las instrucciones de instalación, sólo 12 terminan aprobando la prueba piloto (siendo tan solo el 57% de la muestra total). De las nueve personas que no logran la aprobación, tan sólo tres se deben a que tienen problemas con la aplicación de la metodología, mientras que el resto son por motivos ajenos a la metodología la aplicación (ésta se cierra en segundo plano, no guarda los datos y/o sólo guarda los datos cuando se desbloquea el celular y no se guardan los datos cuando este de vuelve a bloquear).

Son 137 registros los que se contabilizan en mediante GPS Logger Lite, de los cuales 109 registros se encuentran bien, mientras que otros 28 registros (correspondientes al 20% del total de la muestra) presentan algún tipo de problema, siendo la gran mayoría debido a que la aplicación no le registra sus datos pasivos, mientras que el resto es porque su smartphone se queda sin batería y no alcanza a registrar el viaje pasivo previo a su envío.

Dentro de los indicadores que se pueden obtener únicamente mediante esta metodología mixta corresponde a la velocidad promedio y distancia por modo de transporte, representado mediante las siguientes figuras.

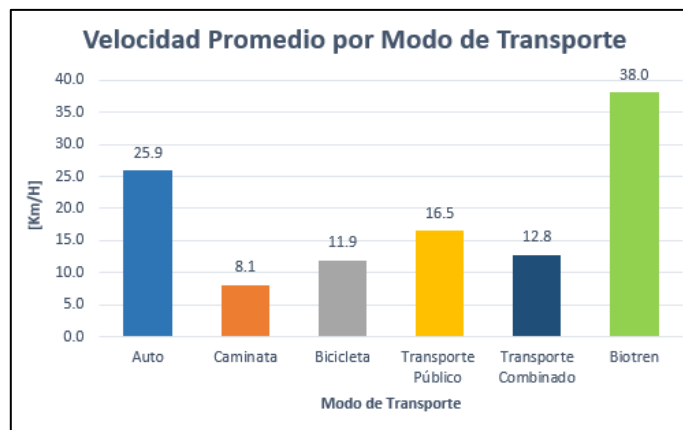


Figura 4.1. Velocidades promedio de los participantes por modo de transporte [Km/H]

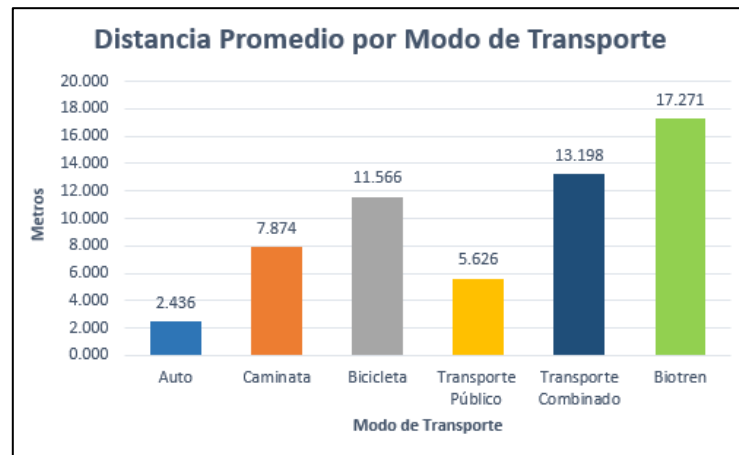


Figura 4.2. Distancias Promedio de los participantes por modo de transporte [Km]

Otro aspecto importante que se puede obtener mediante esta metodología mixta, es poder obtener un mapa exacto y detallado por las rutas por donde los participantes realizan sus viajes, representados mediante la siguiente figura, el cual se puede desagregar por propósito de viaje, modo de transporte, tipo de usuario, tipo de composición de hogar, nivel de ingresos, entre otros.

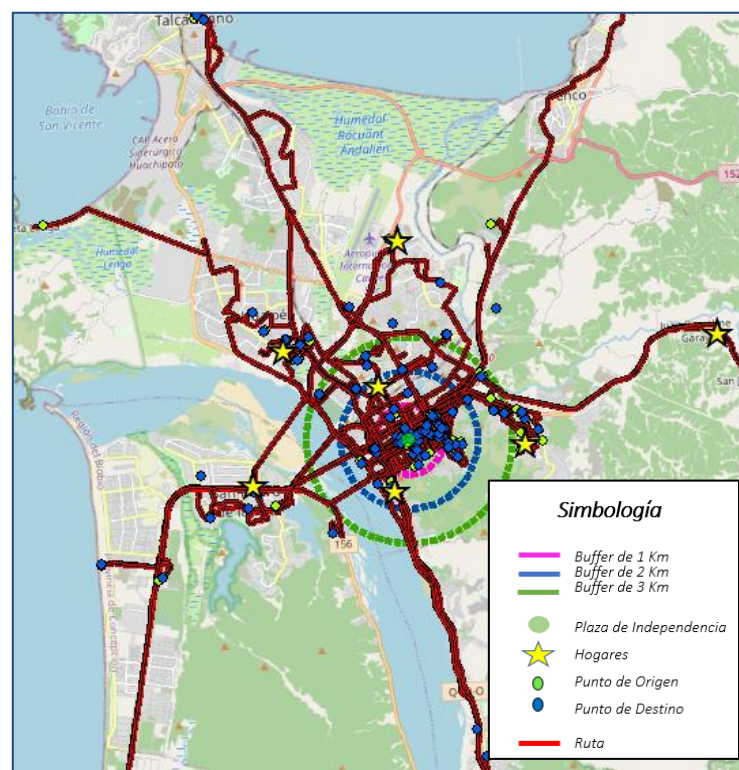


Figura 4.3. Mapa de viajes de la prueba piloto

5. CONCLUSIONES

Si bien la metodología demuestra factibilidad en su aplicación al contexto nacional mediante la aplicación de la prueba piloto en el Gran Concepción, ésta aún presenta desafíos en su afinación en posteriores investigaciones, basado los resultados cuantitativos y comentarios efectuados por los participantes al finalizar la prueba piloto, según detalla la siguiente tabla.

Tabla 5.1. Problemas identificados de la metodología y posibles soluciones

| Problema Identificado | Solución |
|--|---|
| Imposibilidad de instalar una aplicación de recolección de datos pasivos | Solicitar información de la versión de ‘Android’ para detallar qué versiones presentan mayor tasa de problemas. Ofrecer mayor ayuda a los participantes que tengan problemas. |
| Consumo excesivo de batería | Activar el modo ahorro de batería al momento de usar la aplicación de recolección de datos pasiva, y analizar dichos resultados. Comparar el consumo de batería de un día normal con el consumo de un día cuando se tiene se prueba la metodología. |
| Alta carga del usuario y dificultad de uso | Automatizar la hora de inicio y final de la aplicación de GPS. Automatizar el envío de los datos de movilidad. Unificar todos los procesos dentro de una misma aplicación. Tomar como referencias la información de movilidad recabada automáticamente mediante ‘Google Services’. |

6. REFERENCIAS

- Chris Harding, S. S. (2016). **SMARTPHONE APP AND TRACE PROCESSING ASSESSMENT. VOL. 1. Transportation Tomorrow Survey 2.0**, 1-61.
- Juan de Dios Ortúzar, L. G. (2008). **Modelos de Transporte. Cantabria: PubliCan - Ediciones de la Universidad de Cantabria.**
- Tamer Abdulazim, H. A. (2011). **Using Smartphones and Sensor Technologies to Automate Collection of Travel Data. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board**, 1-9.