

Universidad Católica
“Nuestra Señora de la Asunción”
Facultad de Ciencias y Tecnología
Departamento de Electrónica e Informática



**Visualización de velocidad promedio
en tramo, en carteles digitales de
tránsito de Asunción**

Autor: Lic. Esperanza Ortigoza Atienza

Director: Ing. Nathalie Aquino, M.Sc.

*Proyecto Final de Máster
para optar por el título de:*

**Magíster en Informática con Énfasis en
Investigación e Innovación**

Asunción-Paraguay

Octubre, 2021

Agradecimientos

“Hay más dicha en dar que en recibir”

Jesucristo

A Dios por su gran amor y su infinita misericordia que me da la oportunidad de seguir creciendo en conocimiento y en amor.

A mi familia por el apoyo incondicional. A mi tutora por su paciencia, a los profesores de la universidad, por la valiosa transmisión del conocimiento. A todos los compañeros de la maestría por compartir sus conocimientos y motivarme en los momentos que les necesité.

A la gran cantidad de amigos que la vida me ha regalado, quienes me acompañan y sostienen en este caminar. Infinitamente agradecida a todos, que la madre les proteja siempre.

Esperanza O.



Con el apoyo de:



“La Maestría en Informática con Énfasis en Investigación e Innovación, Código POSG17-93 es cofinanciada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT, con recursos del FEEI”

Institución ejecutora del programa: Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”

Resumen

El presente trabajo está relacionado a la problemática del estado de tráfico de la ciudad de Asunción, que, al ser la capital del país, es el centro de interés de muchas personas, quienes acuden a la misma por turismo, negocios, otras gestiones o por migración. Este aumento de personas en la ciudad trae consigo varios inconvenientes, como ser: congestión de tránsito por mayor número de vehículos, minutos valiosos empleados para el traslado de un punto a otro, los numerosos accidentes de tránsito cotidianos y la necesidad de mejora en las señalizaciones de tránsito. La Municipalidad de Asunción, en su afán de mejorar el sistema de tráfico, utiliza la aplicación social de tránsito Waze como herramienta para conocer el estado de tráfico diario y tomar las medidas más apropiadas de contingencia para mitigarlo. Actualmente, los conductores de Asunción no tienen muchas opciones para visualizar la información del estado de tráfico en la ciudad, identificándose la necesidad de contar con dicha información, principalmente en las avenidas más concurridas, orientado a usuarios conductores. Luego de la revisión de datos generados por la plataforma Waze, se identifica el dato de tráfico “velocidad promedio en un tramo”, que brinda información de la velocidad en kilómetros por hora, en tiempo real, en determinadas avenidas de la ciudad. Se propone utilizarlo para brindar información al conductor por medio de VMS (del inglés, Variable Message Sign), que consiste en carteles digitales de tránsito, que se encuentran instalados en la ciudad. Referente a la validación del trabajo, se ha realizado un estudio con usuarios conductores, incorporando técnicas de user experience, obteniendo resultados muy interesantes.

Palabras claves: Traffic, citie, VMS, Waze.

Índice general

Índice general	V
Índice de figuras	VII
Índice de tablas	IX
1. Introducción y motivación	3
1.1. El problema y las oportunidades	3
1.2. Objetivos del trabajo	6
1.3. Método de investigación	7
1.4. Estructura de la tesis	7
2. Contexto, marco conceptual y trabajos relacionados	9
2.1. Contexto y marco conceptual	9
2.1.1. Centro Avanzado de Gestión de Tráfico	9
2.1.2. VMS - Variable Message Sign	10
2.1.3. Waze	14
2.1.4. Experiencia de usuario	15
2.2. Trabajos relacionados	15
2.2.1. Proceso de búsqueda	16
2.2.2. Trabajos seleccionados	17
2.2.3. Análisis de trabajos relacionados	22
3. Velocidad promedio en tramo: algoritmo y diseños para visualización	25
3.1. El algoritmo para calcular velocidad promedio en un tramo	25
3.1.1. El archivo fuente de los datos	25
3.1.2. El algoritmo	26
3.1.3. El algoritmo implementado	29
3.1.3.1. Captura de datos json	29
3.1.3.2. Lectura de datos	30

ÍNDICE GENERAL

3.1.3.3.	Selección de avenida	30
3.1.3.4.	Resultado de avenida monitoreada	30
3.1.3.5.	Resultado del proceso	31
3.2.	Los diseños alternativos	31
4.	Validación	35
4.1.	Planificación de la validación	35
4.2.	Esquema del cuestionario	35
4.3.	Ejecución de la validación	37
4.4.	Análisis de los resultados	37
4.4.1.	Análisis de los datos generales	38
4.4.2.	Análisis de los datos mock-up alternativa 1	41
4.4.3.	Análisis de los datos mock-up alternativa 2	46
4.4.4.	Análisis de los datos mock-up alternativa 3	50
4.5.	Análisis comparativo	52
4.6.	Discusión de resultados	55
5.	Conclusiones y trabajos futuros	57
5.1.	Conclusiones	57
5.2.	Trabajos futuros	58
	Bibliografía	61
A.	Apéndice	65
A.1.	Algoritmo genérico	65
A.2.	Archivo de datos json	69
A.3.	Cuestionarios	71
A.3.1.	Cuestionario relacionado al mock-up 1	71
A.3.2.	Cuestionario relacionado al mock-up 2	71
A.3.3.	Cuestionario relacionado al mock-up 3	79

Índice de figuras

1.1. Pantallas del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de Asunción . .	4
1.2. VMS sobre la avenida Mariscal López - Asunción	5
2.1. VMS en funcionamiento	11
2.2. Diagrama general de Variable Message Sign implementado en Asunción	12
2.3. Características técnicas de los VMS implementados	13
2.4. Plano de ubicación de radares en Asunción	14
2.5. Captura de mapa en tiempo real de Waze en Asunción	15
3.1. Datos de la tabla paramétrica	27
3.2. Datos de la tabla resultado	27
3.3. Diagrama de flujo del algoritmo	28
3.4. Lectura de datos del json	29
3.5. Datos recuperados del archivo json	30
3.6. Selección de avenida	30
3.7. Avenida solicitada	31
3.8. Velocidad promedio en el tramo	31
3.9. Mock-up alternativa 1	32
3.10. Mock-up alternativa 2	33
3.11. Mock-up alternativa 3	33
4.1. Distribución de edad de los participantes	38
4.2. Sexo de los participantes	39
4.3. Lugar de residencia de los participantes	40
4.4. Tipo de registro de conducir de los participantes	40
4.5. Utilización de plataformas tecnológicas	41
4.6. Visualización del estado de tráfico en carteles digitales de Asunción .	42
4.7. Mock-up alternativa 1	42
4.8. Interpretación de diseño 3.9	43
4.9. Interpretación de diseño 3.9	43
4.10. Interpretación de diseño 3.9	44

ÍNDICE DE FIGURAS

4.11. Interpretación de diseño 3.9	45
4.12. Mock-up alternativa 2	46
4.13. Interpretación de diseño 3.10	47
4.14. Interpretación de diseño 3.10	47
4.15. Interpretación de diseño 3.10	48
4.16. Interpretación de diseño 3.10	49
4.17. Mock-up alternativa 3	50
4.18. Interpretación de diseño 3.11	50
4.19. Interpretación de diseño 3.11	51
4.20. Interpretación de diseño 3.11	51
4.21. Interpretación de diseño 3.11	52
4.22. Interpretaciones correctas	54
4.23. Interpretaciones correctas entre los 3 diseños alternativos	55
 5.1. Los tres mock-ups diseñados	 58
 A.1. Esquema principal archivo json	 69
A.2. Archivo json, sección jam	70
A.3. Encabezado del cuestionario	71
A.4. Datos demográficos	72
A.5. Datos demográficos	72
A.6. Información tecnológica	73
A.7. Información tecnológica	73
A.8. Información sobre el diseño, referente a los números	74
A.9. Información sobre el diseño, referente a los colores	74
A.10. Información sobre el diseño, referente a la proporción de las figuras	75
A.11. Información referente a la interpretación del diseño	75
A.12. Información sobre comentarios del usuario	76
A.13. Información sobre el diseño, referente a los números	76
A.14. Información sobre el diseño, referente a los colores	77
A.15. Información sobre el diseño, referente a la proporción de las figuras	77
A.16. Información referente a la interpretación del diseño	78
A.17. Información sobre comentarios del usuario	78
A.18. Información sobre el diseño, referente a los números	79
A.19. Información sobre el diseño, referente a los colores	80
A.20. Información sobre el diseño, referente a la proporción de las figuras	80
A.21. Información referente a la interpretación del diseño	81
A.22. Información sobre comentarios del usuario	81

Índice de tablas

2.1. Artículos seleccionados	18
2.2. Análisis de artículos seleccionados	23
4.1. Planificación de la validación	36
4.2. Justificación de las respuestas - grupo 1	45
4.3. Sugerencias de las personas - grupo 1	46
4.4. Justificación de las respuestas - grupo 2	48
4.5. Sugerencias de las personas - grupo 2	49
4.6. Justificación de las respuestas - grupo 3	53
4.7. Sugerencias de las personas - grupo 3	53

ÍNDICE DE TABLAS

Introducción y motivación

El congestionamiento vehicular es un fenómeno que afecta a toda ciudad que va desarrollándose a consecuencia de varios factores como ser: aumento de la población, del parque vehicular, y escasa planificación de desarrollo [7]. Asunción, como capital del país, no es ajena a esta realidad [19].

Este trabajo lidia con la problemática del congestionamiento vehicular en Asunción. Partiendo de datos disponibles en el Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de la Municipalidad de Asunción, se propone un algoritmo para calcular la velocidad promedio en un cierto tramo. Además, se analizan diseños alternativos para desplegar dicha velocidad promedio en carteles digitales disponibles en las calles para mostrar información de tráfico a los conductores.

A continuación, este capítulo introductorio brinda más detalles acerca del problema tratado, los objetivos del trabajo, la metodología y la estructura del libro.

1.1. El problema y las oportunidades

Según datos de la Dirección Nacional del Registro del Automotor, al mes de diciembre del 2020 se contaba con 2.540.294 rodados matriculados oficialmente, de los cuales el 29 % pertenece al Departamento Central y 18 % pertenece a la Capital, sin contar con los medios de transportes no registrados o informales [8]. Se menciona además que de septiembre de 2019 a diciembre de 2020 hubo un aumento del 7 % aproximadamente de vehículos inscriptos en el registro del automotor. Todo esto genera la necesidad de contar con información actualizada del estado del tráfico y que la misma pueda ser visualizada por los conductores en las principales avenidas de la ciudad, con el propósito de brindar información del estado de tráfico y que la misma sirva como herramienta para mitigar las congestiones, por ejemplo, brindando información que permita optar por caminos alternativos.

Como parte de las medidas para mejorar el tráfico, en el mes de noviembre del 2019, la Municipalidad de Asunción realizó una alianza colaborativa con la firma Goo-

gle, en relación a su producto Waze¹. Cabe destacar que esta alianza fue posible gracias a que en Paraguay se ha logrado registrar alrededor de 20.000 usuarios de la aplicación, cantidad mínima requerida para que Waze acceda a brindar datos más aproximados del estado de tráfico a la municipalidad, por medio de su programa Waze for Cities, que cuenta con alianza colaborativa, con más de 1.000 ciudades en el mundo.

Waze es una aplicación social de tránsito automotor y de navegación asistida por GPS, que permite a sus usuarios obtener el estado del tráfico en tiempo real y genera datos como: velocidad en la ruta, velocidad del vehículo, alertas por eventos como congestión por calle cerrada, fenómeno meteorológico, obras en ejecución.

Por medio de esta alianza, los técnicos del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de Asunción pueden acceder a información referente al tráfico de la ciudad [6], de acuerdo a la zona de monitoreo que han definido, pudiendo visualizar la información en tiempo real a través de dashboards. En la Figura 1.1 se visualizan las pantallas de monitoreo del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de Asunción.



Figura 1.1: Pantallas del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de Asunción

Actualmente los dashboards de Waze son monitoreados y esto permite detectar algunos problemas, como por ejemplo atascos. Estas situaciones pueden derivar en avisos a agentes de tránsito, quienes pueden acudir al lugar del problema para ayudar a restablecer el orden vehicular. Sin embargo, la información disponible brinda oportunidades para otros análisis. Se puede además descargar la información de tráfico,

¹<https://www.waze.com/es/>

1.1 El problema y las oportunidades

lo cual brinda la oportunidad de realizar diversos tipos de análisis en tiempo real, así como también se podrían realizar análisis desde un punto de vista histórico.

Por otra parte, la Municipalidad de Asunción, cuenta con seis VMS (del inglés, Variable Message Sign) [15], que son carteles digitales indicadores del estado de tráfico, instalados en las principales avenidas de la ciudad. En la Figura 1.2 se observa un VMS instalado en Asunción.



Figura 1.2: VMS sobre la avenida Mariscal López - Asunción

Los VMS habían sido adquiridos mediante un convenio con la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA) y actualmente están fuera de funcionamiento por no contar con información a ser visualizada en los mismos, y en algunos casos, también por desperfectos técnicos. Partiendo de la base de que la Municipalidad de Asunción podría destinar fondos para resolver los desperfectos técnicos de los VMS disponibles, los mismos podrían volver a utilizarse para desplegar en ellos información de tránsito a partir de los datos de Waze.

Se espera que esta información a ser visualizada por medio de los VMS, llegue a mayor cantidad de usuarios en relación a los que utilizan la aplicación en el celular,

considerando que no todos los conductores utilizan la aplicación, ya sea por necesidad de conectividad a Internet o por considerarlo un agente que causa distracción.

1.2. Objetivos del trabajo

El objetivo general de este trabajo es proporcionar información del estado de tráfico en Asunción, dando a conocer la "velocidad promedio en un tramo", que consiste en hallar la celeridad en tiempo real en determinados tramos de avenidas de la ciudad, considerando que un tramo puede incluir más de una calle o avenida. Pretendemos, además, que la velocidad promedio de un tramo pueda ser visualizada por medio de los VMS, de modo a que los usuarios conductores, conozcan el estado de tráfico, rutas alternativas, y con esas informaciones puedan escoger la opción que más les convenga.

Los objetivos específicos son:

- Conocer el estado del arte sobre la medición de tráfico en las ciudades, de manera general, y también utilizando la aplicación Waze, de manera específica.
- Desarrollar un algoritmo para calcular la velocidad promedio en un tramo.
- Diseñar tres mock-ups alternativos, que representen diferentes maneras en que la velocidad promedio de un tramo pueda ser visualizada por los conductores.
- Validar los mock-ups, por medio de un estudio a realizar con usuarios conductores, con el objeto de descubrir el que les resulta más fácil de comprender.

Para lograr estos objetivos, fue muy importante la colaboración de la Municipalidad de Asunción, cuyos técnicos del área de tránsito, nos han proveído ejemplos de los archivos de datos json, generados por la plataforma Waze. Estos archivos proveen una serie de datos como: alertas, irregularidades, atascos. En este trabajo utilizamos los datos de calles, atasco, velocidad en el atasco y geolocalización, para calcular la "velocidad promedio en el tramo", donde tramo es el trayecto entre dos coordenadas geo-referenciales y puede corresponder a una sola calle o avenida o a varias de ellas a la vez.

En este trabajo desarrollamos un algoritmo a partir del procesamiento del archivo tipo json para calcular la velocidad promedio en un tramo. Parametrizamos los tramos de interés determinados por la municipalidad, correspondientes a las avenidas principales de acceso y salida de Asunción. Los tramos de interés parametrizados son los circundantes a la ubicación de los seis VMS instalados en Asunción, de manera a desplegar en ellos la información de la velocidad promedio de tramos cercanos a los mismos.

Para expresar mejor la idea, tomaremos a modo de ejemplo el VMS instalado sobre la avenida Aviadores del Chaco. Dicho VMS se encuentra de cara a los conductores que se desplazan hacia el centro de Asunción, y está ubicado unas cuadras antes de llegar a la intersección de Aviadores con San Martín. A los conductores les puede resultar

1.3 Método de investigación

útil que en este VMS se despliegue la velocidad promedio de dos tramos: 1) España, hasta Gral. Santos, y 2) San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Santos. La velocidad promedio en el tramo es el valor en kilómetros por hora en que se puede transitar, sea por la avenida España hasta la avenida Gral. Santos, como por las avenidas San Martín-Mariscal López, hasta la avenida Gral. Santos, en un momento dado. Visualizar la velocidad promedio de estos dos tramos en el VMS de Aviadores del Chaco puede ayudar a decidir a los conductores si van a seguir derecho por España, o si van a girar a la izquierda en San Martín.

1.3. Método de investigación

El marco metodológico en general adoptado es ciencia del diseño [22]. En el estudio del estado del arte, se aplicaron los lineamientos de los mapeos sistemáticos de literatura. Para la etapa de validación se realizó un estudio donde se pretendía conocer la mejor comprensión de los usuarios a partir de tres mock-ups candidatos, para elegir y luego implementar el mejor candidato, incorporando técnicas de user experience [25]. Esto consistió en realizar un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, en el cual se incorporaron además, los diferentes mock-ups, que fueron seleccionados de varios diseños previos, de modo a lograr que la información transmitida a través del diseño sea clara, entendible, amigable.

Si bien la validación realizada no pretendía ser un experimento formal, elaboramos una planificación inicial guiada por el formato para la planificación de experimentos [28].

1.4. Estructura de la tesis

El resto del documento tiene la siguiente estructura:

- Capítulo 2: se presenta información de contexto, marco conceptual y el estado del arte.
- Capítulo 3: se presenta la propuesta, que consiste en el desarrollo del algoritmo, y los diferentes mock-ups.
- Capítulo 4: se presenta el método de validación, donde se describe el planeamiento realizado, los cuestionarios utilizados para recabar datos de usuarios conductores y el análisis de los hallazgos más significativos.
- Capítulo 5: se describen las conclusiones del trabajo y los trabajos futuros.

Capítulo 2

Contexto, marco conceptual y trabajos relacionados

Este capítulo hace referencia al contexto y marco conceptual del trabajo, ampliando la información sobre los conceptos más relevantes utilizados y el estado del arte, de acuerdo a la línea de investigación.

2.1. Contexto y marco conceptual

Este trabajo de investigación se realiza con la colaboración del equipo humano del departamento del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de la Municipalidad de Asunción, quienes han aportando experiencia y conocimiento, brindando información oportuna para la realización del estudio.

En ese contexto, esta sección presenta las funciones del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico. Se presentan también los VMS (Variable Message Sign, carteles digitales de tránsito) y la plataforma Waze. Además, comentamos cómo el Centro Avanzado de Gestión de Tráfico utiliza los VMS y Waze. Finalmente, comentamos sobre experiencia de usuario, ya que la misma es utilizada en la validación del trabajo.

2.1.1. Centro Avanzado de Gestión de Tráfico

El Centro Avanzado de Gestión de Tráfico, dependencia de la Municipalidad de Asunción, tiene como objetivo el monitoreo y control de tráfico de la ciudad. Estas funciones son llevadas a cabo realizando los siguientes procedimientos:

- Monitoreo del tráfico por medio de pantallas instaladas en el Centro Avanzado, que emiten imágenes captadas desde las cámaras del sistema 911, de la Policía Nacional, instaladas en la ciudad, permitiendo identificar demoras o tráfico excesivo en algún tramo, por cierre de calle, marcha, bloqueo intencional u otros.

- Los agentes de tránsito reportan incidentes ocurridos en la ciudad y lo registran en un sistema de desarrollo propio.
- Generación de informes de la plataforma Waze, en horario pico para medir el tráfico en determinadas zonas.
- Control semafórico de principales avenidas, que les permite asignar mayor tiempo de paso vehicular, en las avenidas donde se detectan atascos.
- Asignación de policías municipales de tránsito en lugares donde se identifican problemas de tráfico inusual.

Si bien, todos estos procedimientos lo realiza la municipalidad para mejorar el estado de tráfico en Asunción, se identifica la necesidad de contar con más herramientas y que estas puedan estar al alcance de los usuarios conductores.

2.1.2. VMS - Variable Message Sign

Los Variable Message Sign (VMS), son carteles digitales de tránsito, que indican señales de tránsito y se utilizan para informar a los conductores de vehículos sobre eventos temporales específicos y las condiciones de tráfico en tiempo real [12]. Estas señales generalmente están conectadas a un centro de control por medio de red local. El objetivo de utilizar VMS, es proporcionar a los conductores información obligatoria y/o de asesoramiento al borde de la carretera. Se puede utilizar para varios propósitos, con los beneficios potenciales de reducir el estrés de los conductores de vehículos, el tiempo de viaje y aumentar la seguridad en el tráfico. La información está orientada a ayudar a conductores a seleccionar rutas adecuadas para evitar la congestión y reducir la ansiedad de los mismos. La principal barrera para la implementación de VMS, es el costo, ya que se debe considerar la compra, operación y mantenimiento.

Según un estudio realizado por Chatterjee [4], destinado a determinar los impactos de la información dadas a conocer por medio de VMS y a identificar como se puede implementar VMS de manera más eficaz, en el que se aplicaron 3 tipos de cuestionarios a conductores, entre las principales conclusiones sugiere que la mayoría de los conductores de Londres piensan que VMS puede ser útil y respaldan futuras inversiones para adquirir mayor número de ellos.

En el contexto nacional, en octubre de 2011 se promulga la ley Nro. 4.435 que aprueba el acuerdo marco sobre otorgamiento de asistencia entre el gobierno de la República del Paraguay y el Gobierno de la República de Corea [18], considerando los mutuos beneficios generados por la promoción del desarrollo económico y social de sus respectivos países. Gracias a este acuerdo marco, se pudo realizar un convenio de cooperación entre la Municipalidad de Asunción y la Agencia de Cooperación Internacional de Korea - KOICA, para la renovación del sistema semafórico de la ciudad. En dicho contexto, en marzo de 2015 se inicia la instalación de seis VMS (del inglés Variable Message Sign), denominados también carteles digitales de tránsito. La Figura 2.1 ilustra uno de los VMS instalados funcionando.

2.1 Contexto y marco conceptual



Figura 2.1: VMS en funcionamiento

La información desplegada en los VMS, que consistía en indicaciones del estado de tráfico en las principales avenidas de Asunción, era generada mediante radares instalados en la ciudad, que una vez procesadas se enviaban a los VMS. El objetivo era brindar informaciones del estado de tráfico y rutas alternativas para conductores que ingresaban y salían de la ciudad.

Los VMS están ubicados en concordancia con los principales corredores de acceso y salida a la ciudad de Asunción: 1 en la Avda. Artigas y Tte. Francisco Kusmanich, 1 en Avda. Mariscal López y Rca. Francesa, 1 en Avda. Mariscal López y Soriano González, 1 en Avda. España y San Francisco, 1 en Avda. Aviadores del Chaco y César López Moreira, 1 en Avda. Fernando de la Mora y Maskoi, coincidiendo con los tramos prioritarios que la Municipalidad tiene interés de monitorear.

Actualmente, estos carteles están fuera de funcionamiento, por una parte, por motivos de mantenimiento, pero también porque no se cuenta con una fuente de datos precisa para mostrar al conductor. Si se contara con dichos datos, se podría priorizar de nuevo el mantenimiento y funcionamiento de dichos carteles.

En la Figura 2.2, se visualiza el diagrama técnico general del VMS implementado, entre los dispositivos más importantes se encuentran: server, optical ring, monitoring camera, control board, controller pc, además del sistema operativo.

En la Figura 2.3, se presenta las características técnicas de los dispositivos caja VMS, módulo led, smps, controlador de pc, disyuntor, gabinete.

En la Figura 2.4, se presenta la ubicación de los radares en Asunción.

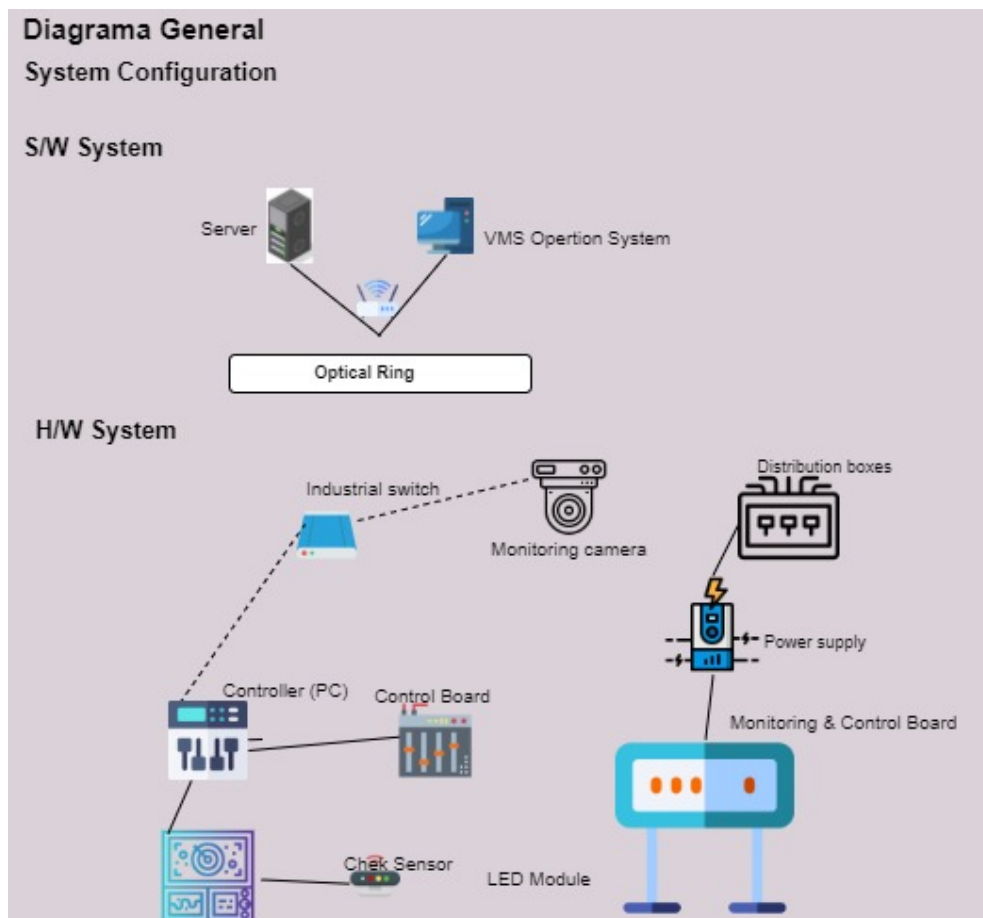


Figura 2.2: Diagrama general de Variable Message Sign implementado en Asunción

2.1 Contexto y marco conceptual

Configuración del equipo Hardware

Especificación del VMS

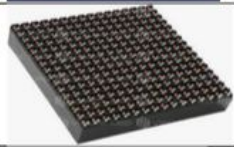
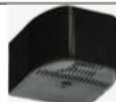
Producto	Imagen del Producto	Especificación	Función
Caja (VMS)		Steel 1.6T (W)4,240 x (H)3,280 mm (W)2,800 x (H)2,280 mm 16x12,10x8 (240 mm)	Protección en la parte del display
Modulo LED		Size: 300 Color: Red, Green, Blue Luminance: 10,000cd/m	Modulo LED
SMPS		AC 220V, DC 5V, 300 A	Repuesto de potencia para la parte de display
Controlador de PC		CPU: Dual Core 3.0 Ghz RAM: DDR3 2GByte HDD: 500 GB O/S: Windows7	Opera S/W Vigilancia y procesamiento
Llave de paso (Protector-proteccion)		Surge capacity: 120kA/Mode	Proteje a los equipos contra rayos
Disyuntor		Electric current: 50 A	Control main power
Gabinete		Height: 900 / 1,000mm	Tipo impermeable

Figura 2.3: Características técnicas de los VMS implementados

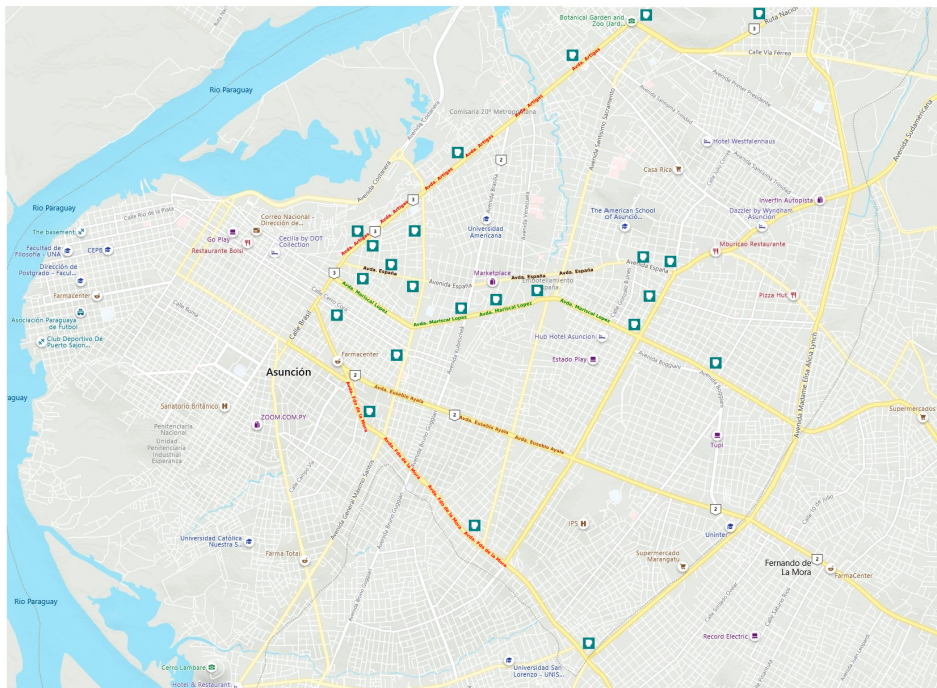


Figura 2.4: Plano de ubicación de radares en Asunción

2.1.3. Waze

En cuanto a la plataforma Waze¹, la misma fue creada en 2008 en Israel, utiliza navegación GPS, y está basada básicamente en crowdsourcing (del inglés crowd outsourcing), traducido al español como colaboración abierta distribuida o externalización abierta de tareas, consistente en externalizar tareas que tradicionalmente realizaban empleados o contratistas, dejándolas a cargo de un grupo de personas o una comunidad a través de una convocatoria abierta para proporcionar información de tránsito, además de funciones sociales.

Los wazers (usuarios de Waze) se pueden compartir información sobre tránsito, controles policiales, obras, radares, accidentes y eventos meteorológicos. Al ser información generada por los propios usuarios, cuantos más usen la plataforma, será mejor y habrá más datos.

En 2013, Waze fue adquirida por Google por 1,3 millones de dólares americanos, fundamentalmente para tener acceso a la información social de la plataforma y recolectar información en tiempo real de forma más barata. Existen dos maneras de participar en la plataforma, la primera es cuando los usuarios conducen con la aplicación abierta para contribuir pasivamente con información de tránsito, o tomar un rol más activo, al compartir alertas de incidentes de tránsito. Esto ayuda a otros usuarios que están en la zona porque reciben un aviso de lo que sucede más adelante en su ruta.

¹<https://www.waze.com/es/>

2.2 Trabajos relacionados

Existe una comunidad de editores de mapas que aseguran que los datos estén lo más actualizado posible. En la Figura 2.5, se visualiza un mapa en tiempo real, de Waze, de la ciudad de Asunción, en vivo,¹ en la que los usuarios han reportado distintos eventos y pueden ser identificados con diferentes figuras coloridas que indican: bache, calle cerrada, automóvil detenido en el camino, tráfico pesado.

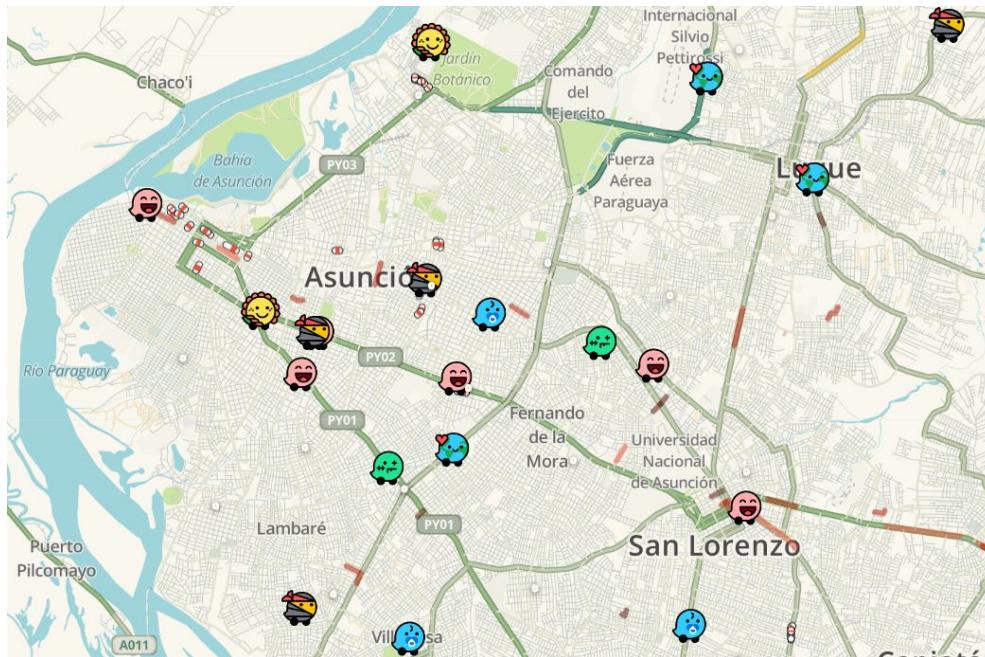


Figura 2.5: Captura de mapa en tiempo real de Waze en Asunción

Considerando que la Municipalidad de Asunción puede obtener la información de tráfico generado por la plataforma, con acceso desarrollador, hallamos oportuno procesar el archivo de datos para desplegar información de tránsito útil a los conductores en los VMS [16].

2.1.4. Experiencia de usuario

En el estudio incluimos técnicas de experiencia de usuario (User Experience, UX) [22], que consiste en centrarnos en el usuario final, (en este caso los usuarios conductores), en el momento del diseño de mock-ups, de modo a que el resultado del estudio, arroje el mock-up seleccionado por los usuarios a ser visualizados por medio de VMS y facilite tomar decisiones en el momento de conducir.

2.2. Trabajos relacionados

En esta sección se desarrolla un análisis de trabajos relacionados.

¹<https://www.waze.com/es/live-map/>

La etapa del estudio del estado del arte tuvo como objetivo obtener información referente al tráfico en las ciudades, identificando herramientas que se utilizan para la medición, la forma en que se visualizan estos datos e información sobre la experiencia del usuario final.

A continuación se describe el proceso de búsqueda, luego se presentan los trabajos seleccionados y finalmente se presenta un análisis de los mismos.

2.2.1. Proceso de búsqueda

Las búsquedas de trabajos relacionados se realizaron en dos fuentes: Scopus y DBLP por considerarlas bases de datos de amplio contenido científico, actual, y de fácil acceso, además se hallaron diversos artículos muy interesantes.

Primeramente, se realizó una búsqueda de artículos a nivel general. La cadena de búsqueda utilizada fue la siguiente:

(smart AND (transit OR traffic OR movility) AND ((indicator OR metric) OR (user experience) OR (visualization OR display)))

Luego, de forma más específica, se realizó una búsqueda orientada a artículos relacionados a la utilización de la plataforma Waze. En este caso la cadena de búsqueda fue la siguiente:

(waze)

Los criterios de inclusión y exclusión fueron los mismos cuando se buscó de manera general y cuando se buscó en forma particular el término waze. Los criterios para incluir los artículos en este trabajo fueron: contar con indicadores de medición de tráfico, con información sobre la forma en que se expresan estos indicadores o información referente a la interacción con el usuario. Los artículos debían estar escritos en inglés o español, ser del área de ciencias de computación y correspondientes a los años 2016 al 2020. Los criterios de exclusión corresponden a conceptos que cumplen con la cadena de búsqueda pero no pertenecen al tema investigado. Se halló semejanza en varios artículos con estado de tráfico en redes relacionados a la informática.

A continuación se presenta el proceso realizado para la selección de los artículos. Consta de las siguientes fases:

- Fase 1: Consistió en leer los títulos y resúmenes y se seleccionaron 62 artículos que se ajustaban a los criterios de inclusión establecidos según la cadena de búsqueda definida.
- Fase 2: Se leyeron la introducción, título de las secciones y conclusión de los artículos seleccionados en la fase 1 y se volvieron a aplicar los criterios inclusión/exclusión. Fueron seleccionados 24 artículos. Se excluyeron artículos que coincidían con el filtro de búsqueda, como: tráfico, métricas, pero no correspondían al tema, sino más bien al ámbito tecnológico.
- Fase 3: En base a los resultados de la fase anterior, los criterios de inclusión/exclusión, se aplicaron al texto completo, seleccionándose finalmente 12 artículos.

2.2 Trabajos relacionados

2.2.2. Trabajos seleccionados

Luego de ejecutar el proceso explicado previamente se seleccionaron 12 artículos. En la Tabla 2.1 se listan los artículos seleccionados.

A continuación, se presenta un breve resumen de cada artículo de la Tabla 2.1:

- **Knowledge Discovery from car sharing data for traffic flows estimation** [17]: Sistema de descubrimiento del conocimiento que primero recopila información de sitios y aplicaciones de car sharing (vehículos compartidos por usuarios), y luego la procesa para estimar métricas interesantes como el tiempo de viaje y los flujos de vehículos en las áreas urbanas en diferentes momentos y en diferentes días, además, la información recopilada se puede procesar en tiempo real para estimar el tráfico instantáneo y se puede aprovechar para realizar un análisis más profundo, utilizando datos históricos.
- **Traffic systems in smart cities using LabVIEW** [9]: El objetivo es introducir la interfaz hombre-máquina automatizada, una interfaz gráfica de usuario basada en computadora, para medir el flujo de tráfico y detectar fallas en el tráfico. Este trabajo de investigación se basa en el uso de LabVIEW (plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas), para diseñar interfaz de hombre máquina, para un sistema de tráfico en una ciudad inteligente, que incluye: flujo inteligente de tráfico, detección de fallas en la señal, medición de fallas en el tramo de tráfico, bloqueo de automóviles debido a emergencias y medición de velocidad, temperatura, corriente eléctrica dentro de los automóviles. Las aplicaciones propuestas con su hardware y software cuestan menos, son efectivas y pueden usarse fácilmente para hacer que los servicios de tráfico de la ciudad sean inteligentes.
- **Determination of the critical congestion point in urban traffic networks: A case study** [1]: Este documento presenta una metodología para determinar el punto crítico que conduce a la congestión en el tráfico urbano, basada en el análisis de la topología y el flujo de la red, utilizando una combinación de métricas de red complejas y simulación de tráfico con algoritmos. Se utilizaron datos de información de carreteras (mapa) de los datos del sistema de información geográfica en línea de código abierto OpenStreetMap y presenta las principales métricas de interés: longitud de ruta promedio, modularidad y distribución de intermediación.

El estudio concluye que las intersecciones de las calles principales influyen en el estado de tráfico y se menciona que este trabajo podría ser utilizado para siguientes estudios.

- **Smart traffic management system with real time analysis** [13]: El estudio pretende mejorar la congestión de tráfico por medio de semáforos que respondan a los valores de tráfico en tiempo real. Para ello, primero se calcula la densidad

Tabla 2.1: Artículos seleccionados

Artículos seleccionados			
Nombre del Artículo	Primer Autor	Año	Ref.
Knowledge discovery from car sharing data for traffic flows estimation	Pagani	2017	[17]
Traffic systems in smart cities using LabVIEW	Farooq	2018	[9]
Determination of the critical congestion point in urban traffic networks: A case study	Baban	2018	[1]
Smart traffic management system with real time analysis	Jacob	2018	[13]
Sharing real-time traffic information with travelers using twitter. An analysis of effectiveness and information content	Rahman	2019	[20]
A multi-sensor system for traffic analysis at smart intersections	Banerjee	2019	[2]
Smart route: Internet-of-vehicles(IoV)-based congestion detection and avoidance(IoV-Based CDA) using rerouting planning	Khan	2020	[14]
Modern approach to the road traffic management in cities of Ukraine: Case study of Kyiv Municipal Company road traffic management center"	Cherniy	2020	[5]
Urban network-wide traffic speed estimation with massive ride sourcing GPS traces	Yu	2020	[29]
Control speed limiting system for congestion mitigation for smart city design	Ghosh	2020	[10]
Quality of location-based crowdsourced speed data on surface streets: A case study of Waze and Bluetooth speed data in Sevierville, TN	Hoseinzadeh	2020	[11]
Traffic flow prediction using flow strength indicators and deep lstm network	Ramchandra	2020	[21]
Comparing detection and disclosure of traffic incidents in social networks: An intelligent approach based on Twitter vs. Waze	Vallejos	2020	[26]

2.2 Trabajos relacionados

del tráfico que se determina mediante una combinación de sensores ultrasónicos y técnicas de procesamiento de imágenes.

Esta información es procesada por una Raspberry Pi (ordenadores de placa única, de bajo costo), que a su vez controla los indicadores de semáforo. Además de eso, los datos que se recopilan se envían a la nube y se pueden utilizar para supervisar el flujo de tráfico a intervalos periódicos. En caso de fallo del sistema de sensores, los valores almacenados en la nube se utilizan para predecir la densidad del tráfico basada en análisis periódicos a largo plazo.

Con la implementación de este sistema se logró reducir el estado de tráfico, permitiendo así una correcta gestión del tiempo y los recursos.

- **Sharing real-time traffic information with travelers using Twitter: An analysis of effectiveness and information content** [20]: Las tecnologías de teléfonos inteligentes y las redes sociales virtuales ofrecen una oportunidad única de compartir información al instante con un gran número de personas. Las plataformas de redes sociales en línea facilitan la comunicación fácil y rápida de información en tiempo real al producir una gran cantidad de contenido digital.

En este documento, se presenta un análisis de los datos recopilados de 14 cuentas de Twitter del Departamento de Transporte de Florida creadas para compartir información de tráfico en tiempo real. Como resultado del estudio, se proponen métricas para medir influencias, atención y efectividad para llamar la atención de estas cuentas, utilizando el modelo LDA (enfoque de distribución de pérdidas) y modelos Logit (modelos econométricos no lineales que se utilizan cuando la variable dependiente es binaria) para determinar el valor de la información de un tweet.

Los resultados del análisis indican que la corporación tiene un número significativo de seguidores y los mensajes publicados por estas cuentas han obtenido atención razonable.

- **A Multi-sensor System for Traffic Analysis at Smart Intersections** [2]: Sistema multisensor para el análisis y visualización del tráfico de vehículos y peatones en las intersecciones para descubrir la trayectoria de peatones y los comportamientos anómalos del tráfico.

El sistema puede ser aprovechado por otras aplicaciones, como de detección de conflictos en el movimiento de objetos, detección y gestión de incidentes para una mejor gestión del tráfico a través del ajuste de la sincronización de la señal de los sensores.

Con el estudio se ha logrado identificar comportamientos anómalos de conductores y se sigue trabajando en mejorar el algoritmo que permita separar automáticamente el comportamiento de conductores permitido del no permitido.

- **Smart route: Internet-of-vehicles (IoV)-based congestion detection and avoidance (IoV-Based CDA) using rerouting planning** [14]: El atasco masivo de tráfico es la principal preocupación de múltiples disciplinas como también de políticas gubernamentales. Este documento propone un esquema de detección y prevención de congestión basado en Internet de vehículos de ruta inteligente para un área de interés particular, es decir, un punto de intersección de carreteras.

El esquema propuesto tiene dos partes amplias: (1) detección de congestión basada en Internet de Vehículos; y (2) prevención de la congestión basada en Internet de Vehículos. Este esquema de redireccionamiento en la prevención de la congestión, también considera la capacidad de las rutas alternativas para evitar la posibilidad de trasladar la congestión de un lugar a otro.

- **Modern Approach to the Road Traffic Management in Cities of Ukraine: Case Study of Kyiv Municipal Company Road Traffic Management Center**"[5]: Los indicadores del desarrollo sostenible del espacio habitable en los asentamientos urbanos (ciudades, pueblos, asentamientos) incluyen, en particular, el número de accidentes de tráfico en las calles y la red de carreteras.

El enfoque propuesto es posible cuando se utilizan tecnologías modernas de Sistemas de Información Geográfica, bases de datos espaciales, cartografía web.

El estudio se llevó a cabo, utilizando un proyecto piloto para estudiar posibilidades de desarrollar el esquema de gestión del tráfico vial de la ciudad y una mayor implementación en los procesos de planificación, análisis y toma de decisiones en las actividades y procesos de gestión del tráfico vial.

- **Urban network-wide traffic speed estimation with massive ride-sourcing GPS traces** [29]: Este documento se centra en la estimación de la velocidad del tráfico en toda la red, utilizando datos de trayectoria generados por una flota de vehículos de transporte de toda la ciudad equipados con teléfonos inteligentes con capacidad para GPS.

La capacidad de obtener estimaciones precisas de los patrones de tráfico urbano en toda la ciudad es esencial para el desarrollo de sistemas de transporte inteligentes eficaces y el funcionamiento eficiente de las plataformas de movilidad inteligente.

Se propone una técnica de correspondencia de mapas basada en células para vincular las trayectorias de los vehículos con las geometrías de las carreteras y producir matrices de velocidad espacio-temporales en toda la red.

- **Controlled Speed Limiting System for Congestion Mitigation for Smart City Design** [10]: El sistema de transporte inteligente es el nuevo aspecto del diseño de ciudades inteligentes bajo el ámbito de la India digital.

Los enfoques convencionales, como el desvío de caminos congestionados, los métodos de control predictivo, no son prácticos para los escenarios de la India

2.2 Trabajos relacionados

debido al crecimiento excesivo de la urbanización, la naturaleza del tráfico desorganizado y heterogéneo.

Se propone un marco novedoso para garantizar un tráfico fluido, menos congestión y evitar accidentes. Este documento contribuye al sistema de transporte inteligente, que proporciona un límite de velocidad controlado al grupo de vehículos de acuerdo con las condiciones actuales de la carretera.

Las Smart Road Side Unit, son responsables de analizar y controlar la red de carreteras. Varias métricas de tráfico, como el tiempo de viaje, la velocidad del vehículo y el efecto del espaciamiento de la señal sobre la velocidad del vehículo se analizan con el modelo de sistema diseñado y se comparan con el escenario convencional no controlado.

- **Quality of location-based crowdsourced speed data on surface streets : A case study of Waze and Bluetooth speed data in Sevierville, TN [11]:** Obtener información precisa sobre la velocidad y el tiempo de viaje es un desafío para los investigadores, geógrafos y agencias de transporte. En el pasado, los datos de tráfico solían ser adquiridos y difundidos por agencias gubernamentales a través de sensores de ubicación fija.

Los altos costos, las demandas de infraestructura y los bajos niveles de cobertura de estos dispositivos sensores requieren que las agencias y los investigadores miren más allá de los enfoques tradicionales. Con la aparición de los teléfonos inteligentes y las aplicaciones de navegación, el Big Data basado en la ubicación y el crowdsourcing están recibiendo una mayor atención. En este sentido, los macrodatos basados en la ubicación, recopilados de los vehículos de prueba y los usuarios de la carretera se pueden utilizar para proporcionar información sobre la velocidad y el tiempo de viaje en diferentes ubicaciones.

Este estudio evaluó la calidad de los datos de velocidad de Waze de las calles y los comparó con datos de velocidad de Bluetooth. En general, los resultados del estudio sugieren que los datos de velocidad de Waze son una fuente de datos prometedora para predecir tráfico en las calles.

El modelo estadístico indica que los datos de velocidad de Waze son más precisos en las horas pico que en las horas nocturnas. Además, la velocidad del tráfico, el volumen de tráfico y la longitud del segmento tienen una asociación significativa con la precisión de los datos de Waze en las calles.

- **Traffic flow prediction using flow strength indicators and deep lstm network [21]:** Este estudio se realiza aprovechando el aumento del sistema de transporte inteligente, utilizando la información generada por los vehículos como: velocidad, flujo y densidad de tráfico. Se desarrolla un modelo de predicción de flujo de tráfico utilizando indicadores de intensidad de flujo y la red Deep LSTM (algoritmo de aprendizaje profundo), además de datos en tiempo real e histórico, logrando predecir el estado del tráfico.

Utilizando los conceptos de aprendizaje profundo y aprovechando la gran cantidad de datos generados en tiempo real, se ha logrado reconocer el estado de tráfico con alto nivel de precisión.

- **Comparing detection and disclosure of traffic incidents in social networks: An intelligent approach based on Twitter vs. Waze [26]** : Se trata de un estudio comparativo entre Waze y un enfoque inteligente que detecta incidentes de tránsito a partir del análisis de publicaciones compartidas en Twitter. Los resultados de este trabajo sugieren que ambos enfoques deberían ser considerados como fuentes de información complementarias ya que los resultados no evidencian que alguno de los enfoques tienda a anticipar temporalmente a su similar en la detección de incidentes.

2.2.3. Análisis de trabajos relacionados

En la Tabla 2.2, se detalla el resumen de los hallazgos más importantes realizados en los artículos revisados. A continuación, se explica qué indica cada columna:

- **Medición de tráfico:** indica qué elementos fueron sometidos a medición para ser analizados.
- **Mecanismo:** indica de qué manera fueron medidos estos elementos.
- **Visualización:** indica la forma en que se presentan los datos de medición de los estudios.
- **Interacción con el usuario:** indica si en el estudio se incluyó información sobre experiencias de usuario.
- **N/A:** no aplica.

De acuerdo al análisis de los artículos seleccionados, se puede identificar diferentes maneras de control de tráfico, en general se miden y monitorean a través de sensores de ubicación fija en determinados puntos seleccionados. Los altos costos, la demanda de mayor infraestructura y los bajos niveles de cobertura, han contribuido al desplazamiento de estas técnicas a la utilización de otros sistemas como: técnicas de simulación, sistema cartográfico vía web, dispositivos inteligentes, que tienen incorporado GPS y aplicaciones sociales, aprovechando las bondades de los mismos, se realizan varios estudios sobre tráfico en las ciudades.

En cuanto a la visualización de los datos referente a tráfico, se menciona en un artículo, que es resultado de captura por sensores. El otro ámbito que se analiza en este trabajo, corresponde a la interacción con el usuario, no hallándose trabajos en el que se hayan hecho pruebas con usuarios, identificándose la oportunidad de incorporarlo a este estudio.

2.2 Trabajos relacionados

Tabla 2.2: Análisis de artículos seleccionados

Artículos				
Ref.	Medición Tráfico	Mecanismo Utilizado	Visualización	Ux
[17]	Estima tiempo de viaje y flujo de trafico	Datos provistos por proveedores de car sharing	N/A	N/A
[9]	Flujo de trafico y velocidad	Combinación de sensores ultrasónicos, algoritmos de toma de decisión, dispositivos GPS	Interfaz gráfica de usuario	N/A
[1]	Flujo de tráfico, longitud de ruta promedio	Combinación innovadora de métricas de red complejas y simulación de trafico de ultima generación	N/A	N/A
[13]	Flujo de tráfico	Combinación de sensores ultrasónicos y técnicas de procesamiento de imágenes. Los datos se almacenan en la nube, para realizar predicciones en base a históricos	N/A	N/A
[20]	Información critica como atascos, choques, incidentes, obras viales planificadas	Tecnologías de teléfonos inteligentes y las redes sociales. La información se comparte en tiempo real por Twitter	N/A	N/A
[2]	Estado de trafico de vehículos y peatones	Multisensores	N/A	N/A
[14]	Estado de tráfico de vehículos	Internet-of-Vehículos	N/A	N/A
[5]	Trayectoria del recorrido de vehículo y velocidad	Cartografía web	N/A	N/A
[29]	Estimación de velocidad	Flota de vehículos de transporte equipados con teléfonos inteligentes con GPS	N/A	N/A
[10]	Tiempo de viaje, velocidad y efecto de espaciamiento de la señal de velocidad del vehículo	ITS - Sistema de transporte inteligente que proporciona un limite de velocidad controlado al grupo de vehículos	N/A	N/A
[11]	Velocidad y tiempo de viaje en diferentes ubicaciones	Aplicación waze y Bluetooth	N/A	N/A
[21]	Prediccion del flujo de trafico	Indicadores de intensidad de flujo y red Deep LSTM	N/A	N/A
[26]	Predicción del tráfico	Aplicaciones Twitter y Waze	N/A	N/A

Este trabajo se enfoca en medir el tráfico de Asunción, utilizando la métrica velocidad promedio en kilómetros por hora, generada desde la plataforma Waze, se identifica con los demás trabajos en cuanto a buscar el mecanismo que ayude a mejorar el estado de tráfico, apoyado en redes sociales. Se calcula la velocidad promedio en un tramo, de un punto a otro, orientado a usuarios conductores. Se ha aplicado técnicas de user experience en el proceso de validación del estudio.

Velocidad promedio en tramo: algoritmo y diseños para visualización

En este capítulo se presenta el trabajo realizado, estructurado de la siguiente manera: primero se presenta el algoritmo, se describen los pasos para obtener la velocidad promedio en un tramo. Luego se presentan diseños alternativos, los mock-ups propuestos para desplegar la información de la velocidad promedio en un tramo, para darlos a conocer por medio de VMS.

3.1. El algoritmo para calcular velocidad promedio en un tramo

Como ya se ha comentado previamente, los técnicos del Centro Avanzado de Gestión de Tráfico de Asunción, cuentan con acceso colaborativo a la plataforma Waze, permitiéndoles parametrizar zonas de interés a ser monitoreadas y visualizarlas en tiempo real por medio de dashboards. Tienen además la posibilidad de generar un archivo de tipo json, que contiene datos del estado de tráfico en Asunción, (actualmente no lo utilizan). Considerando que el algoritmo se construye a partir de este archivo json, del cual se obtiene la métrica de tráfico, se describen a continuación las partes del archivo.

3.1.1. El archivo fuente de los datos

El archivo json de Waze cuenta con tres secciones de datos, que son alertas, irregularidades y jam. Cada una de ellas se describe brevemente a continuación.

- Alertas, contiene datos de eventos de tráfico informados por los usuarios de la aplicación como: calle cerrada, obras en ejecución, fenómeno meteorológico.

- Irregularidades, son atascos de tráfico identificados por el sistema, a partir de datos históricos de velocidad.
- Jam, incluye datos recopilados en tiempo real sobre ralentización del tráfico en segmentos de calles específicas. Las fuentes de datos son puntos de ubicación GPS enviados desde el teléfono de los usuarios e informes compartidos por usuarios de Waze que se encuentran en un atasco.

Para este estudio se utilizó la sección jam, del archivo json, con el objeto de diseñar un algoritmo que procese datos y obtenga la velocidad en kilómetros por hora en un determinado tramo.

En la sección A.2 se presentan la estructura y los datos del archivo json con más detalle.

A continuación citamos algunos datos con respecto al archivo json, que utilizamos para desarrollar el algoritmo.

- Se recibieron varios archivos json, generados desde la plataforma Waze, por técnicos de la Municipalidad de Asunción, que contenían datos reales del estado de tráfico de la ciudad, que fueron la base para desarrollar y testear el algoritmo.
- Los nombres de calles, ya se encuentran establecidas en la plataforma Waze, los mismos permanecen constantes en toda la serie de datos.
- La plataforma Waze genera datos en forma ordenada en relación al tramo monitoreado (ascendente o descendente), pudiendo identificar que orientación toma la serie de datos, asumimos que seguirá el mismo patrón.
- El área de monitoreo lo define la Municipalidad de Asunción, es decir los datos corresponden únicamente a Asunción.
- Considerando que la información generada por la plataforma proviene de los GPS de los dispositivos que tienen instalado la plataforma Waze y de los usuarios que reportan atasco, es posible que en algún momento no existan datos en ciertos tramos, si no se dan las condiciones citadas anteriormente.
- La interpretación de la estructura de datos, se realizó en base al documento "Waze Traffic-data - Specification Document Version 2.8.", provisto por los técnicos de la Municipalidad de Asunción [27].

3.1.2. El algoritmo

Con el propósito de calcular la velocidad promedio en un tramo, así como calles alternativas que puedan ser visualizadas por los usuarios conductores a través de VMS, se ha desarrollado un algoritmo que procesa datos del archivo json, generado por la plataforma Waze, en base a datos definidos en una tabla paramétrica. La tabla paramétrica guarda datos útiles para la construcción del algoritmo, como georeferencia, que

3.1 El algoritmo para calcular velocidad promedio en un tramo

indica el inicio y fin del tramo que se dará a conocer a través de VMS. El resultado del algoritmo se guarda en una tabla, de modo a que esté disponible para construir el mock-up a ser visualizado en estos VMS.

En la tabla paramétrica se definen datos como: codificación del VMS, nombre de la avenida donde está ubicado el VMS, tipo de tramo, pudiendo ser simple: si contiene una sola avenida, o compuesto, si contiene más de una avenida, nombre de la avenida que será visualizada en el VMS, sub-avenida (para el caso de tramo compuesto), coordenada de inicio y coordenada de fin del tramo, de avenidas o tramos monitoreados, coordenadas de orientación creciente o decreciente, rango de velocidad para definir el color. En la Figura 3.1 se observa un ejemplo de los datos que contiene la tabla paramétrica.

Codigo VMS	Avenida VMS	TipoTramo 1.Simple 2 Compuesto	Avenida Monitoreo	Sub-Calles	coorinix	coorinicy	coorfinx	coorfiny	orientacion n x 1=decrece 2=crece	orientacion y 1=decrece 2=crece	Color: <=15 > 15 <=30 A >30 Verde
1	Av. Artigas		España								
1	Av. Artigas		Peru								
2	Mcal. Lopez		Av. Aviadores								
2	Mcal. Lopez		Av. Eusebio Ayala								
3	Av. Aviadores de Chaco	1	Av. España		-25286294	-57571719	-2,5E+07	-57609540	1		1
3	Av. Aviadores de Chaco	2	Av. Mariscal Lopez	Av Mariscal Lopez	-25295270	-57577189	-2,5E+07	-57611141	2		1
3	Av. Aviadores de Chaco	2	Av. Mariscal Lopez	Av San Martin	-25286860	-57572078	-2,5E+07	-57577022	1		1

Figura 3.1: Datos de la tabla paramétrica

Además, se cuenta con una tabla para guardar los resultados, cuyos datos son: código de VMS, avenida de monitoreo, valor de la velocidad promedio en un tramo, fecha, hora de actualización. En la Figura 3.2 se observan los datos guardados.

CodigoVMS	Avenida Monitoreo	km/hora	FechaActualizacion
1	España		
1	Peru		
2	Av. Aviadores		
2	Av. Eusebio Ayala		
3	Av. España	30	2021-06-29 19:48:00:000
3	Av. Mariscal Lopez	25	2021-06-29 19:48:00:000

Figura 3.2: Datos de la tabla resultado

En la Figura 3.3 se observa un diagrama macro del algoritmo.

El algoritmo realiza los siguientes procesos:

1. Se lee el archivo json, que se genera desde la plataforma Waze. En la Figura A.1, se puede observar un ejemplo del archivo json.
2. Se identifica el tipo de dato a utilizar en el algoritmo, que corresponde a jam. En la Figura A.2, se observa la sección jam del archivo json.
3. Se definen los parámetros de interés. Tomando nuevamente el ejemplo mencionado en la introducción, si mi tramo de interés es la Avda. España, desde Avda.

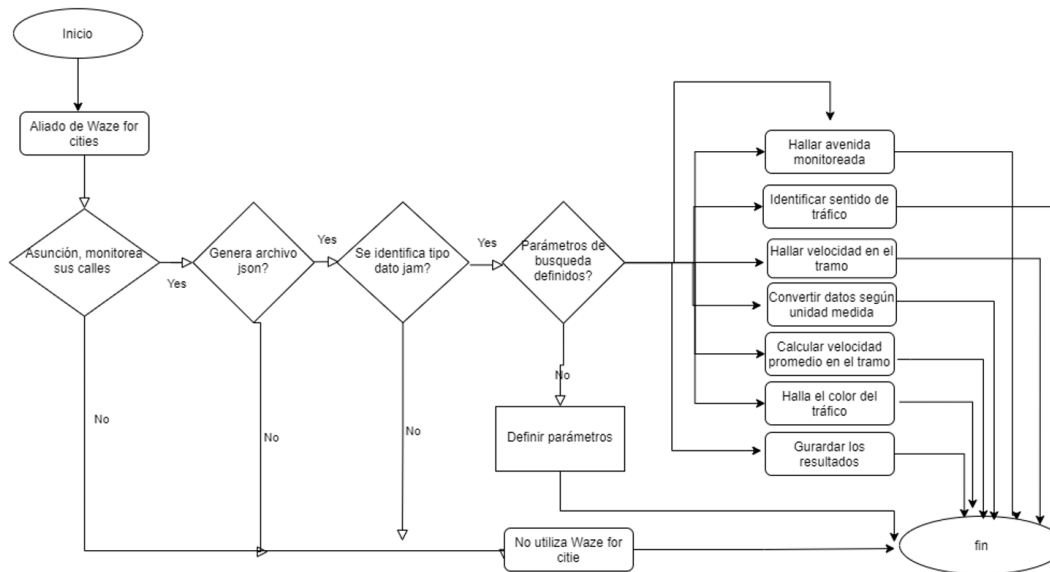


Figura 3.3: Diagrama de flujo del algoritmo

Aviadores del Chaco hasta Avda. Gral. Santos, las coordenadas georeferenciales son desde, avda. Aviadores del Chaco, (x=-25,286294, y=-57,571719) hasta, Avda. Gral. Santos, (x=-25,287535, y=-57,609540), orientación hacia el centro de Asunción, en atención a que el VMS que está sobre la Avda. Aviadores del Chaco, debe brindar información de tráfico hacia el centro de Asunción). La orientación del tramo es decreciente, esto se obtiene restando las coordenadas fin menos coordenadas inicio. Estos datos se pueden visualizar mejor en la Figura 3.1.

4. Teniendo en cuenta los datos anteriores, el algoritmo busca la calle solicitada, (Avda. España), siguiendo el ejemplo.
5. Verifica si las coordenadas están dentro del parámetro definido (entre Avda. Aviadores del Chaco y Avda. España).
6. Verifica si corresponde al sentido deseado, siguiendo el ejemplo, coordenada fin debe ser menor a coordenada inicio para que se cumpla que decrece.
7. Cumpliendo todo lo anterior, halla la velocidad en el tramo. El json ya cuenta con este dato, pudiendo estar expresado en km/h o en m/s (en caso de que esté en m/s, se convierte a km/h).
8. Puede darse el caso que las condiciones anteriores se cumplan varias veces, por lo cual el algoritmo itera para hallar todas las ocurrencias, si eso ocurre va acumulando y contabilizando la ocurrencia.

3.1 El algoritmo para calcular velocidad promedio en un tramo

9. Calcula la velocidad promedio, que consiste en tomar el valor acumulado y lo divide por la cantidad de ocurrencia.
10. En la tabla de parámetros se definen rango de velocidades a ser asociadas a colores para indicar el estado de tráfico en los tableros. El algoritmo devuelve el color del tráfico, de acuerdo a la velocidad promedio hallada.
11. Por último se guardan los datos en el archivo de resultados. En la Figura 3.2 se puede observar los datos guardados, siguiendo el ejemplo, avenida de monitoreo, Avda. España, km/h 30, fecha de actualización, 2021-06-29-19:48.

En el apéndice A se amplía la información relacionada a la propuesta. En la sección A.1, se observa el algoritmo genérico.

3.1.3. El algoritmo implementado

En esta sección se puede observar las capturas de pantallas del algoritmo en ejecución .

Para este trabajo y a modo de demostrar la validez del algoritmo, se presenta el algoritmo en ejecución, a partir del json generado por la plataforma Waze, proveídos por los técnicos de la Municipalidad. Para desarrollarlo se utilizó la herramienta framework zkoss 9.0, con java jdk 8.

Considerando que es factible implementar el algoritmo, los técnicos de la Municipalidad de Asunción, podrían realizarlo con la herramienta que mejor lo consideren.

3.1.3.1. Captura de datos json

En la Figura 3.4, se observan los datos requeridos para la lectura del archivo json y son nombre de archivo, fecha inicio y fecha de fin, además los datos de entrada a ser indicados en forma de parámetros como: parámetro de calle, coordenadas georeferenciales de inicio y de fin, sentido del tráfico.

Figura 3.4: Lectura de datos del json

Velocidad promedio en tramo: algoritmo y diseños para visualización

3.1.3.2. Lectura de datos

En la Figura 3.5, se observan los datos recuperados del archivo json.

Lector de JSON

Archivo:

StartTime: 2021-06-01 19:47:00.0

EndTime: 2021-06-01 19:48:00.0

Parámetros:

Coordenadas

x Inicio: y Inicio:

x Fin: y Fin:

x Sentido: y Sentido:

Promedio KM/h:

Country	City	Lane	Lane	SpeedLimit	Length	TrafficType	Type	Unit	Endcode	Speed	BlockageAlert	RoadType	Delay	Sheet	PubMiles
PA	Asunción	5	2	0.0	104	NONE	NONE	75484030	Prof. Dr. Carlos Fábreg	0.0	6e0e08a2-8b42-43ba-b650-398703ae1	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235695596
PA	Asunción	5	2	0.0	36	NONE	NONE	75483004		0.0	261e1fda-8b62-4108-8307-5cae	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235697324
PA	Asunción	5	2	0.0	35	NONE	NONE	75483002	Pasillo 4	0.0	2ae039e3-80c1-4858-880d-c30f04362e4d	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235697316
PA	Asunción	5	2	0.0	33	NONE	NONE	75483000	Parcanda Speratti de Yegros	0.0	3d5704ab-b051-4201-b85c-256608cc1	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235697312
PA	Asunción	2	11	22.54	1075	NONE	NONE	74390010	Av. De La Victoria	6.261111111111111		6	87	Av. Cuarenta Ayala	1622576020882
PA	Asunción	5	2	0.0	15	NONE	NONE	20390190		0.0	3d6d05-91ee-4d61-8e7d-a7d08a7f95d	1	-1	Av. Primer Presidente	1622361038567
PA	Asunción	3	10	7.72	854	NONE	NONE	74120220	Av. Cuarenta Ayala	2.1444444444444444		6	214	Av. Silvio Petroni	1622574445493
PA	Asunción	3	4	8.5	359	NONE	NONE	74398620	Av. Cañique Lantini	2.361111111111111		6	113	Av. Fernando de la Mora	1622576020737
PA	Asunción	2	12	20.11	702	NONE	NONE	74414670	Av. Fernando de la Mora	5.588111111111111		6	62	Av. Policarpo de Mayo	1622576045391
PA	Asunción	4	5	5.92	388	NONE	NONE	74370004	Av. Chiriquí del Chiriquí	1.6444444444444444		2	152	20 de Mayo	1622576081984

< 1 2 3 >

Figura 3.5: Datos recuperados del archivo json

3.1.3.3. Selección de avenida

En la Figura 3.6, se observan que puede ser seleccionada una avenida, de la lista de valores que contiene el archivo.

Lector de JSON

Archivo:

StartTime: 2021-06-01 19:47:00.0

EndTime: 2021-06-01 19:48:00.0

Parámetros:

Coordenadas

x Inicio: y Inicio:

x Fin: y Fin:

x Sentido: y Sentido:

Promedio KM/h:

Av. Santísima Trinidad
Av. Primer Presidente
8 de Junio
Av. Dr. Guido Boggiani
Isabel la Católica
Facundo Machain
Av. Madeline Lynch
Dr. Toribio Pacheco
Av. España
Yegros
Juan Zorrilla de San Martín
Av. Gral. Santos

Country	City	Lane	Lane	SpeedLimit	Length	TrafficType	Type	Unit	Endcode	Speed	BlockageAlert	RoadType	Delay	Sheet	PubMiles
PA	Asunción	5	2	0.0	104	NONE	NONE	75484030	Prof. Dr. Carlos Fábreg	0.0	6e0e08a2-8b42-43ba-b650-398703ae1	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235695596
PA	Asunción	5	2	0.0	36	NONE	NONE	75483004		0.0	261e1fda-8b62-4108-8307-5cae	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235697324
PA	Asunción	5	2	0.0	35	NONE	NONE	75483002	Pasillo 4	0.0	2ae039e3-80c1-4858-880d-c30f04362e4d	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235697316
PA	Asunción	5	2	0.0	33	NONE	NONE	75483000	Parcanda Speratti de Yegros	0.0	3d5704ab-b051-4201-b85c-256608cc1	1	-1	Av. Primer Presidente	1622235697312
PA	Asunción	2	11	22.54	1075	NONE	NONE	74390010	Av. De La Victoria	6.261111111111111		6	87	Av. Cuarenta Ayala	1622576020882

Figura 3.6: Selección de avenida

3.1.3.4. Resultado de avenida monitoreada

En la Figura 3.7, se observan los valores devueltos de acuerdo a los filtros de búsqueda.

3.2 Los diseños alternativos

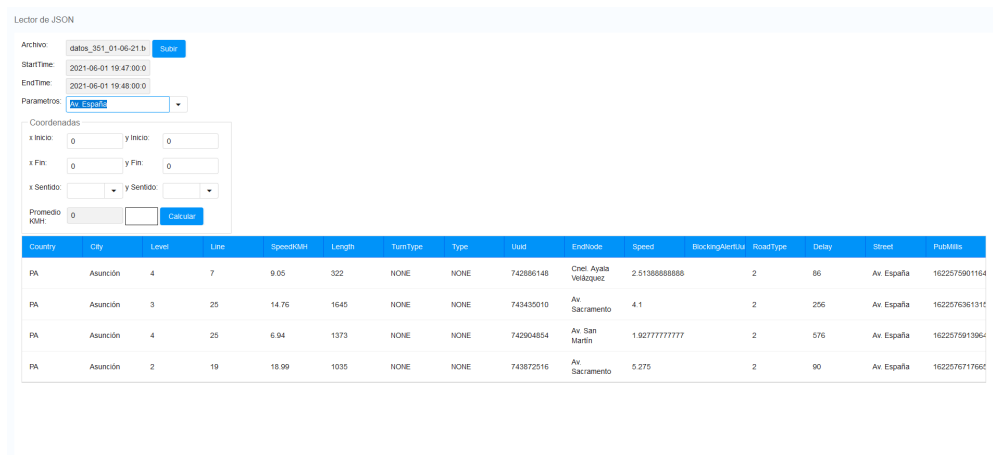


Figura 3.7: Avenida solicitada

3.1.3.5. Resultado del proceso

En la Figura 3.8, se observa el resultado del proceso, que tomó como parámetros avenida España, coordenadas de monitoreo de inicio y fin, sentido de tráfico. El resultado corresponde a la velocidad promedio en el tramo, con el color de tráfico definido según el valor del kilómetro por hora correspondiente.

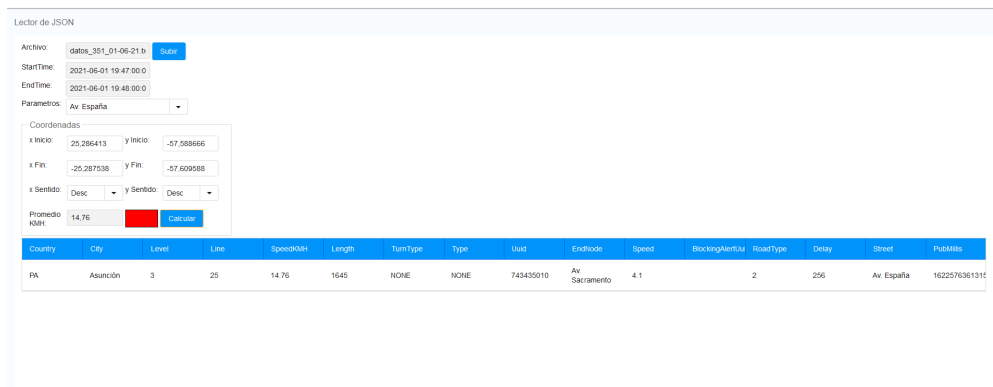


Figura 3.8: Velocidad promedio en el tramo

Con este algoritmo, se indica, que luego de interpretar y procesar el archivo json de la plataforma Waze, es factible hallar la velocidad promedio en el tramo, que puede ser implementado para generar información en tiempo real.

3.2. Los diseños alternativos

Una vez definido el algoritmo para calcular velocidad promedio en un tramo, se ha procedido a diseñar cómo se puede dar a conocer dicha información en los VMS.

Se realizan tres diferentes mock-ups, tomando como base la velocidad promedio en el tramo, que corresponde a la información que deseamos transmitir y a ser visualizado en los VMS de Asunción.

Con el objeto de conocer el diseño que sea mejor comprendido por el usuario conductor, se realiza un estudio con los mismos, que consiste en la selección de un mock-up, de entre las tres alternativas, diseñados para dar a conocer la velocidad promedio en el tramo, por medio de VMS. En el proceso de selección se ha incorporado técnicas de user experience [3], que consiste en la interacción con las personas, de modo a obtener el mock-up que transmita de manera efectiva la información que necesitan y que les permita tomar decisiones inteligentes.

A continuación, se presentan los tres diseños alternativos. El siguiente capítulo presenta la validación de los mismos, realizada para seleccionar el que sea más comprensible por los conductores.

El primer mock-up, Figura 3.9, lleva como título velocidad promedio en kilómetros por hora, y el nombre de la calle hasta donde se está monitoreando, en este caso la avenida Gral. Santos, luego se puede observar un gráfico de progreso circular, donde se indica la velocidad, en verde 30 y en amarillo 20, que corresponden al tramo de las avenidas San Martín-Mariscal López y la avenida España respectivamente.



Figura 3.9: Mock-up alternativa 1

El segundo mock-up, Figura 3.10, lleva como título velocidad promedio en kilómetros por hora, y el nombre de la calle hasta donde se está monitoreando, en este caso la avenida Gral. Santos, luego se puede observar un gráfico en forma de flechas, donde se resalta el nombre de las avenidas que componen dos tramos diferentes: avenida San Martín - avenida Mariscal López, por una parte, y por otra parte avenida España; la velocidad se indica 30 en verde y 20 en amarillo.

3.2 Los diseños alternativos



Figura 3.10: Mock-up alternativa 2

En el tercer mock-up, Figura 3.11, tomamos como base la forma en que se visualizaban los VMS en la ciudad cuando estaban en funcionamiento (ver Figura 2.1), conservando los datos que se podían visualizar en los mismos como: los nombres de las avenidas monitoreadas. Al pie de la imagen, la avenida por donde nos desplazamos, para este ejemplo, avenida Aviadores del Chaco y los dos tramos alternativos, por una parte, avenida San Martín - avenida Mariscal López, y por otra parte, avenida España.



Figura 3.11: Mock-up alternativa 3

Hemos incorporado la información velocidad promedio en kilómetros por hora, generada por la plataforma Waze, resaltando además, los colores de la flecha según el valor obtenido, verde 30 kilómetros por hora, amarillo 20 kilómetros por hora.

Este diseño, está compuesto por dos mock-ups y será visualizado por tramo, es decir, se visualizará el que indica avenida San Martín - Mariscal López y luego, el que

indica avenida España y así sucesivamente.

Los colores a ser utilizados en los diferentes mock-ups son rojo, verde y amarillo, como indican las normas de tránsito, donde verde significa libre de tránsito, amarillo precaución y rojo tráfico pesado. El valor (velocidad en km/h), estará asociado al color correspondiente, según rangos definidos por técnicos de la Municipalidad de Asunción y son, verde para una velocidad mayor o igual a 30 km/h, amarillo corresponde a menor a 30 km/h y mayor o igual a 20 km/h y rojo menor a 20 km/h. Se realizan los mock-ups, expresando básicamente la misma información, de modo que en el momento de realizar la experiencia con el usuario, la información dada a conocer, está expresada en cada mock-up, es decir las diferencias son únicamente los diseños o maneras de expresar, la información en sí es la misma.

Validación

Una vez diseñadas tres alternativas de cómo mostrar a los conductores la velocidad en un tramo, a través de los VMS, se ha procedido a ejecutar una experiencia de validación con usuarios conductores de manera a determinar cuál de las alternativas diseñadas les parece más comprensible.

En este capítulo se presenta la planificación de la validación realizada, el esquema del cuestionario utilizado para llevar adelante la validación, la ejecución, el análisis de los resultados obtenidos y análisis comparativos.

4.1. Planificación de la validación

Si bien la validación realizada no pretendía ser un experimento formal, incluimos una planificación guiada por el formato para la planificación de experimentos [28]. La misma se esquematiza en la Tabla 4.1.

Con el propósito de evitar el aprendizaje previo [23], el estudio se llevó a cabo con tres grupos de usuarios conductores de Asunción y gran Asunción mayormente. Esta técnica consiste en trabajar cada diseño con un grupo. Ejemplo, para el grupo 1, el cuestionario estará relacionado con datos del mock-up 3.9, para el grupo 2, el cuestionario estará relacionado con datos del mock-up 3.10 y para el grupo 3, el cuestionario estará relacionado con datos del mock-up 3.11

4.2. Esquema del cuestionario

Con el propósito de obtener el mock-up, de mas fácil comprensión por los usuarios conductores [24], se elaboraron tres cuestionarios; cada cuestionario está conformado por cuatro secciones. Las secciones 1 y 2, contienen preguntas generales y son iguales para los 3 grupos. Las secciones 3 y 4, están relacionadas al diseño y son específicas para cada grupo. Los formularios y la descripción de cada una de ellos se encuentran en el apéndice del documento. En las Figuras A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, se observan las

Tabla 4.1: Planificación de la validación

Actividades	
Tarea	Descripción
Definición del alcance	El propósito es evaluar cuál de los mock-ups que expresan velocidad promedio en el tramo, es mejor comprendido por los usuarios de la ciudad de Asunción.
Selección de contexto	Con el objeto de validar el trabajo de investigación, se llevará a cabo el presente estudio con ciudadanos conductores de la ciudad de Asunción, de modo a obtener el mock-up que mejor sea comprendido. Se les presentará tres diseños, que contendrán información sobre velocidad promedio en el tramo.
Selección de sujeto	Ciudadanos conductores de la ciudad de Asunción, seleccionados utilizando técnicas no probabilísticas.
Elección del diseño	Diseño simple, entre-sujetos, reequilibrado.
Instrumentación	Los objetos experimentales serán los diferentes mock-up alternativos, a ser aplicado a tres grupos de participantes. Los mock-ups se pueden visualizar en las Figuras 3.9, 3.10 y 3.11. Se utilizará además un cuestionario para recolectar información sobre el entendimiento del usuario referente a los mock-ups propuestos. Los cuestionarios se pueden observar en la sección A.3, los mismos fueron diseñados con el objeto de conocer la mejor comprensión del usuario conductor.

4.3 Ejecución de la validación

preguntas relacionadas en forma general a todas las personas que participaron del estudio. Básicamente, se consultan datos demográficos (edad, sexo, lugar de residencia, tipo de registro de conducir) que permiten caracterizar a los participantes. También se consulta acerca del uso de plataformas tecnológicas que brindan información relacionada al estado del tráfico, y acerca del tipo de información que los conductores preferirían ver en los VMS de las calles.

En la tercera y cuarta parte del formulario, las preguntas son específicas al mock-up, ya que se trata de recolectar la información referente a la interpretación del participante referente a cada diseño. Se presentan tres preguntas de opción múltiple que pretenden recabar información acerca de lo que interpretan los participantes al ver un mock-up. Posteriormente, se explica al participante la información que el diseño pretende transmitir, y se le consulta si su interpretación ha coincidido con lo pretendido. Finalmente, se le piden sugerencias de mejora para el diseño propuesto.

En las Figuras A.8, A.9, A.10, A.11, A.12, se observan las preguntas específicas, relacionadas al mock-up 1.

En las Figuras A.13, A.14, A.15, A.16, A.17, se observan las preguntas específicas, relacionadas al mock-up 2.

En las Figuras A.18, A.19, A.20, A.21, A.22, se observan las preguntas específicas, relacionadas al mock-up 3.

4.3. Ejecución de la validación

Antes de llevar adelante el estudio, se realizó un pequeño piloto, que consistió en entregar el cuestionario para el llenado a 6 personas, 2 personas por cuestionario. El objetivo fue identificar si tenían dificultad en comprender alguna pregunta, y validar así los cuestionarios antes de distribuirlos a más personas. El resultado en general fue que se comprendían todas las preguntas, salvo algunas observaciones referente a la cantidad de información proveída en el texto, donde se explicaban las consignas.

Luego del piloto, se realizó la recolección de datos, que contó con la participación de 60 ciudadanos conductores. La estrategia utilizada fue enviar el link del formulario digital a diversos grupos de whatsapp, controlando, por medio del correo electrónico, (que no permitía duplicaciones), que el participante responda sobre un único diseño, y luego observando los datos colectados para asegurar que una misma persona responda una sola vez.

4.4. Análisis de los resultados

En esta sección describimos los resultados recabados luego de aplicar el cuestionario a usuarios conductores y está organizada de la siguiente manera: análisis de los datos generales, análisis de los datos mock-up alternativa 1, análisis de los datos mock-up alternativa 2 y análisis de los datos mock-up alternativa 3.

Para el análisis de los datos recabados se utilizó estadística descriptiva, utilizando gráficos con informaciones expresadas en porcentajes, con el objeto de ordenar, describir y sintetizar la información recolectada.

Se realiza, además comparaciones entre los diferentes diseños, para descubrir si desde el punto de vista del usuario conductor, existen o no diferencias entre los mock-ups propuestos.

4.4.1. Análisis de los datos generales

En esta sección describiremos los resultados de los datos recabados por medio de los cuestionarios y que corresponden a las preguntas comunes para los tres grupos participantes.

En la Figura 4.1, se visualiza la edad de los participantes, donde el mayor porcentaje, 42 %, esta compuesto por personas de entre 41 y 50 años, el 23 %, personas de entre 31 y 40 años, 18 % más de 50 años y 17 % de 18 a 30 años. A partir de estos valores se puede concluir que en cuanto a la participación, estuvo compuesta de todas las edades, considerando que estaba orientada a mayores de 18 años, edad mínima requerida para acceder al registro de conducir.

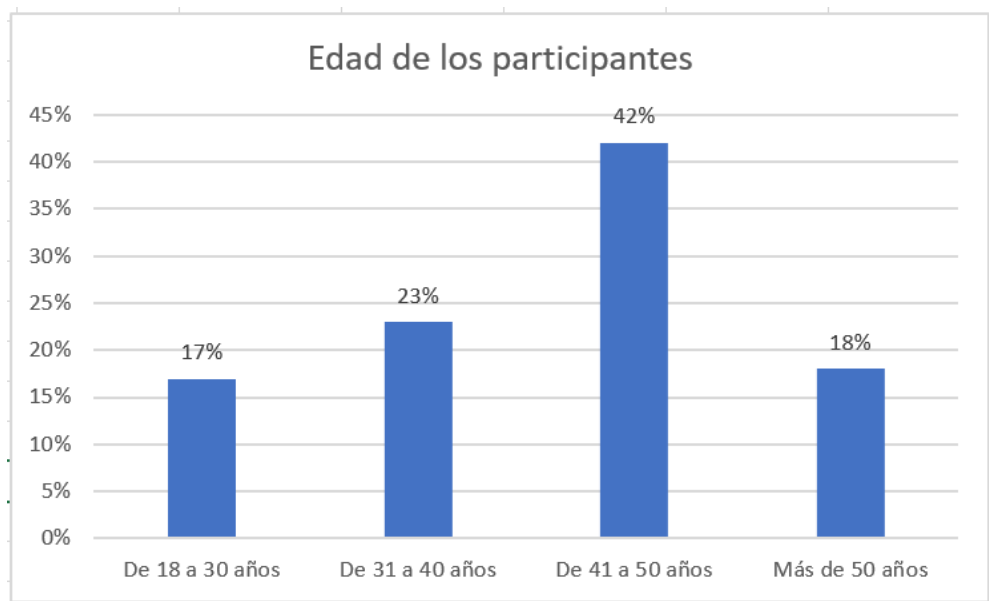


Figura 4.1: Distribución de edad de los participantes

Con respecto al sexo de los participantes, en la Figura 4.2, se visualiza que el mayor porcentaje 70 %, esta compuesto por hombres y 30 % por mujeres. Los formularios se enviaron a grupos conformados por hombres y mujeres y se nota una diferencia en la participación entre mujeres y hombres, al parecer, las mujeres participan en menor número de estas propuestas.

4.4 Análisis de los resultados

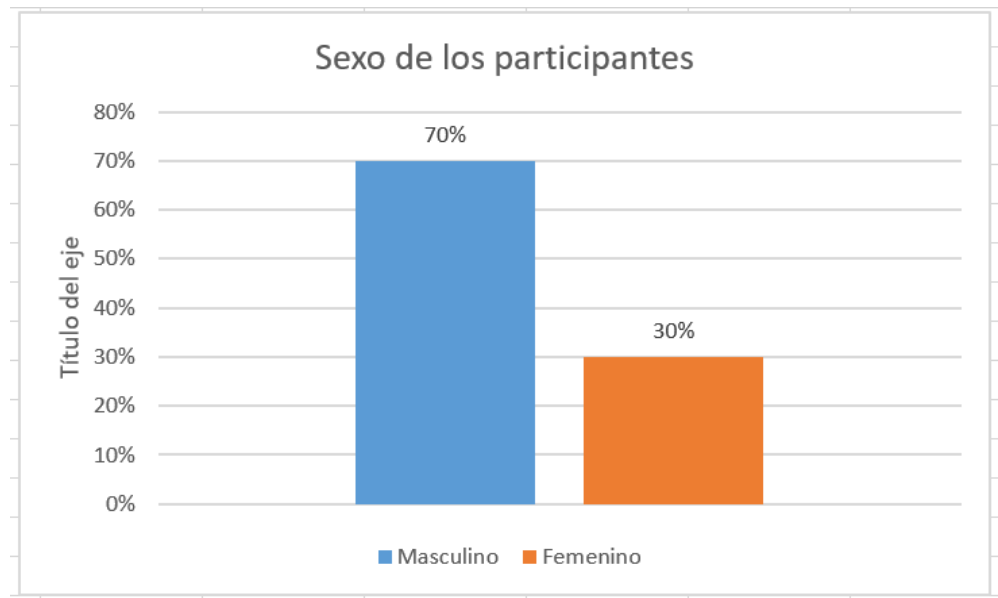


Figura 4.2: Sexo de los participantes

Referente al lugar de residencia de los participantes, en la Figura 4.3, se visualiza que el mayor porcentaje 45 %, esta compuesto por personas que residen en Asunción, 43 %, residen en el departamento Central y 12 %, residen en otros departamentos del país. Consideramos importante que los participantes provengan de Asunción y gran Asunción, desde el punto de vista que son los que transitan con mayor frecuencia por las calles de Asunción, aunque también es importante que el diseño sea intuitivo para personas que lo ven poco frecuentemente.

De acuerdo al tipo de registro de conducir de los participantes, en la Figura 4.4, se visualiza que el mayor porcentaje 72 %, está compuesto por personas que poseen registro particular y 28 %, de los participantes poseen registro profesional. Estos datos también lo consideramos muy relevantes, ya que todos los participantes cuentan con registro de conducir.

Analizando el uso de plataformas tecnológicas que brindan información sobre el estado de tráfico (Google Maps, Waze), en la Figura 4.5, se visualiza que el mayor porcentaje 65 %, utilizan plataformas tecnológicas para conocer el estado de tráfico frecuentemente, 30 %, de los participantes lo utiliza eventualmente, 5 %, las conoce y no las utiliza. Estos datos son muy importantes, ya que nos permiten conocer la utilización de las plataformas tecnológicas que brindan información del estado de tráfico por parte de la ciudadanía, pudiendo concluir que el 95 % de la muestra lo utiliza.

En relación a la información del estado de tráfico con que desea contar el conductor en los VMS de las calles de Asunción, esta pregunta contaba con selección múltiple, es decir el participante podía seleccionar varias opciones de entre las especificadas. En la Figura 4.6, se visualiza que el mayor porcentaje 57 %, desea contar con la información tiempo estimado en minutos que le tomará desplazarse por la vía que conduce, 53 %,

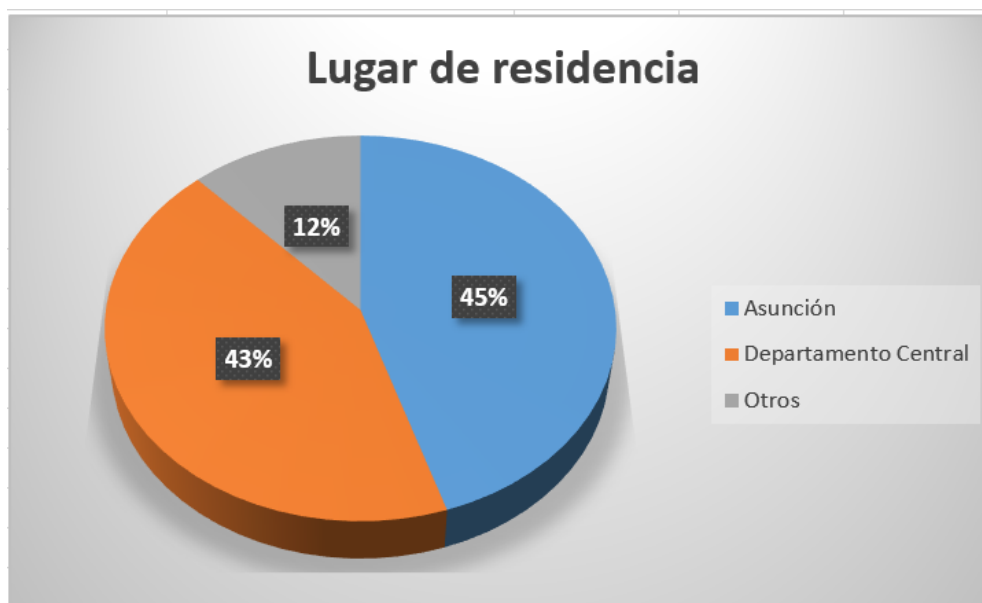


Figura 4.3: Lugar de residencia de los participantes



Figura 4.4: Tipo de registro de conducir de los participantes

4.4 Análisis de los resultados

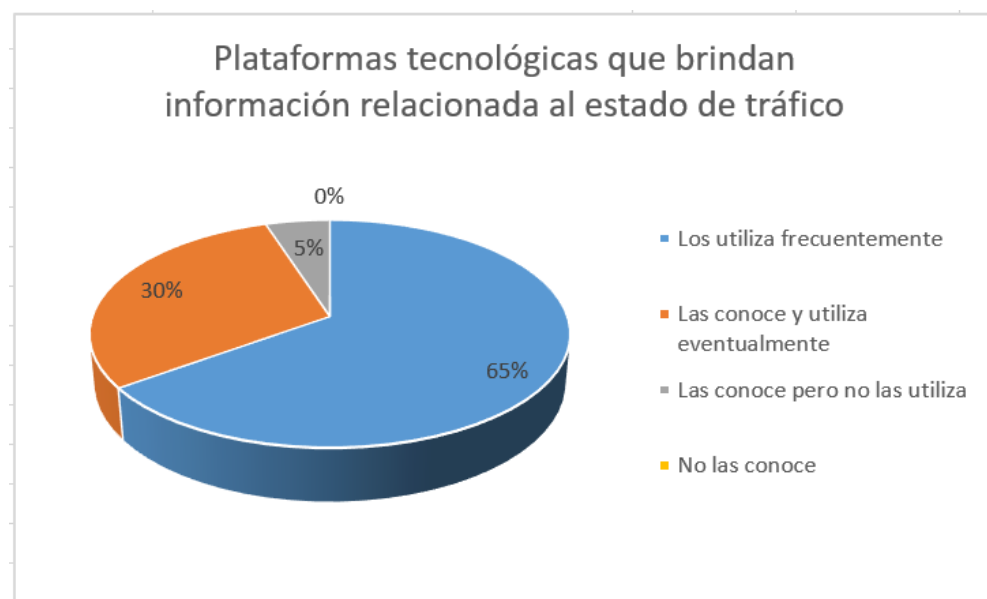


Figura 4.5: Utilización de plataformas tecnológicas

desea conocer caminos alternativos al actual, 38 %, velocidad promedio del tramo que se está desplazando y solo el 3 % indicó que ninguna información. Estos porcentajes nos confirman la gran necesidad de la ciudadanía de contar con más herramientas que le ayuden a tomar decisiones en el momento de conducir y que puedan ser visualizados en carteles indicadores de tráfico.

4.4.2. Análisis de los datos mock-up alternativa 1

En esta sección describiremos los resultados de los datos recabados por medio del cuestionario relacionado al mock-up de la Figura 4.7

En la Figura 4.8, se visualiza la forma en que el grupo 1 interpretó el diseño propuesto, donde el 85 %, indicó correctamente, que 30 es la velocidad promedio en el tramo San Martín - Mcal. Lopez, hasta Gral. Santos, 20 es la velocidad promedio en el tramo España hasta General Santos, 10 %, confundió la velocidad promedio, por tiempo en minutos y 5 % confundió velocidad permitida en el tramo. A partir de estos valores se puede concluir que la información que se pretendía dar a conocer era interpretada por los participantes.

Referente a la Figura 4.9, se le consultó a los participantes si qué interpretaban de los semicírculos verde y amarillo, el 45 %, indicó correctamente, que si va por el tramo de España hasta Gral. Santos, iría a una velocidad de 20 kilómetros por hora, el 35 %, confundió la velocidad en el tramo por tiempo en minutos para llegar a Gral. Santos y el 20 % confundió velocidad promedio en el tramo por velocidad permitida. A partir de estos valores se puede concluir que la información que se pretendía dar a conocer era confusa para los participantes, ya que el 55 %, respondió erróneamente.

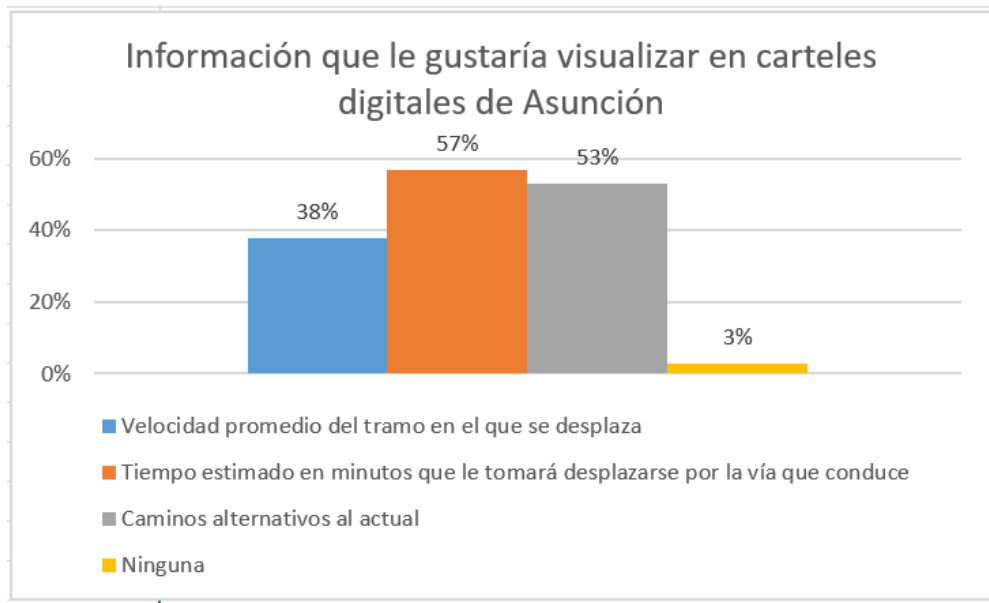


Figura 4.6: Visualización del estado de tráfico en carteles digitales de Asunción

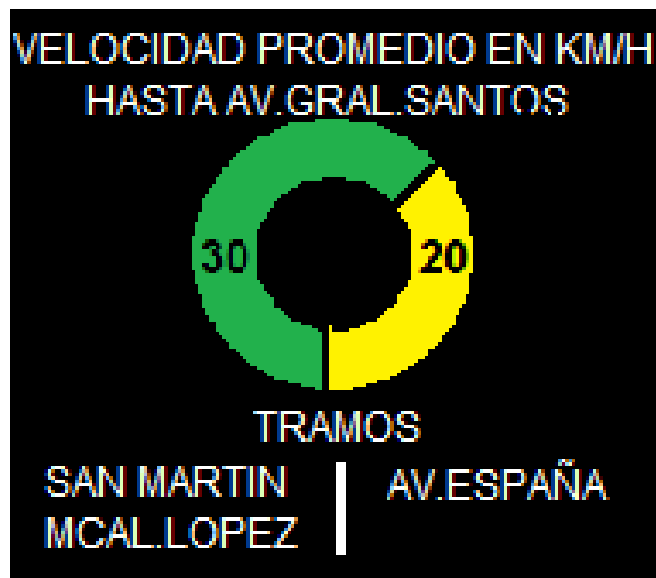


Figura 4.7: Mock-up alternativa 1

4.4 Análisis de los resultados

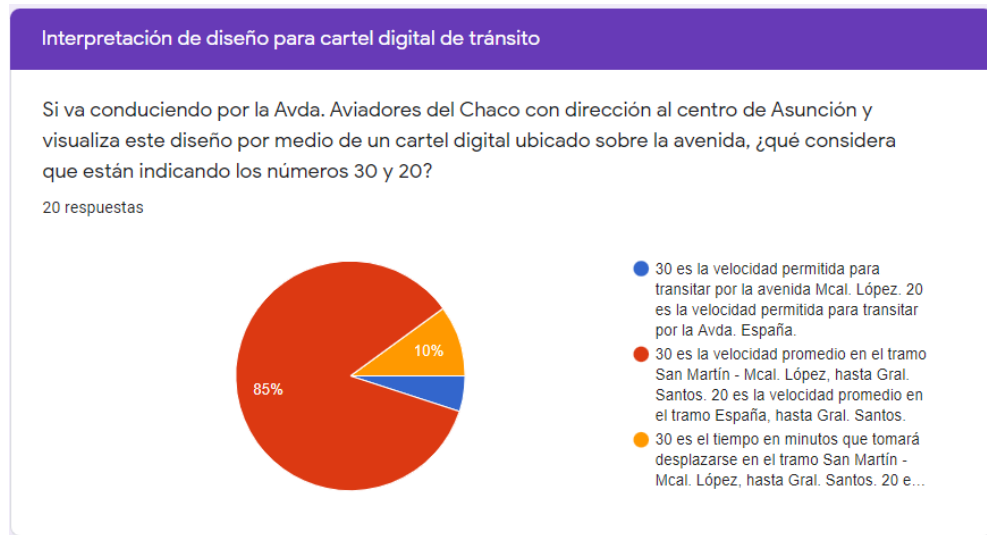


Figura 4.8: Interpretación de diseño 3.9

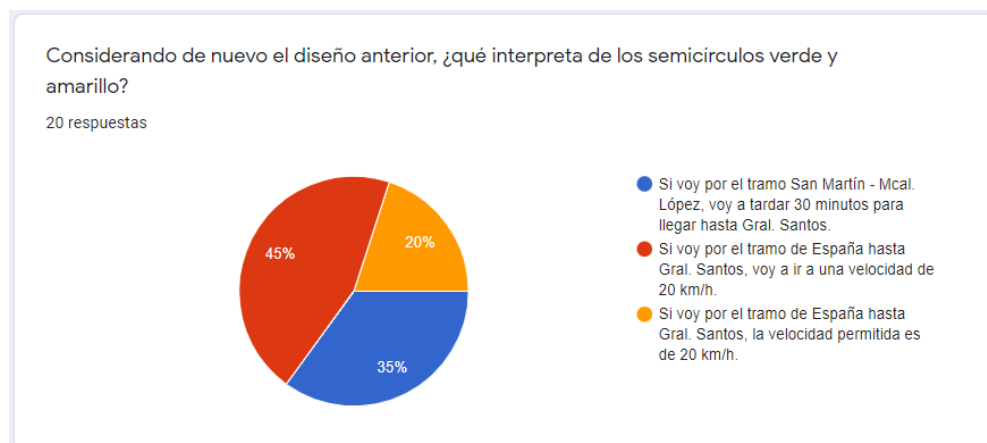


Figura 4.9: Interpretación de diseño 3.9

Con respecto a la Figura 4.10, sobre la imagen de los semicírculos, que expresaba proporciones de colores diferentes según la velocidad que indicaba (verde 30 km/h, tráfico fluido, porción mayor en la figura y amarillo 20 km/h, tráfico moderado, porción menor en la figura), el 75 %, indicó correctamente, que el semicírculo verde, representa el camino más rápido y el 25 %, confundió que el tramo en amarillo era el más rápido. Con estos valores podemos concluir, que los colores son importantes para dar a conocer información de tráfico, al destacar en la superficie del cartel, captan la atención del conductor.



Figura 4.10: Interpretación de diseño 3.9

En la Figura 4.11, se expone al participante sobre lo que se deseaba expresar realmente el cartel: Considere una última vez que se tiene un cartel digital sobre la Avda. Aviadores del Chaco, ubicado de cara a los conductores que se dirigen al centro de Asunción, y que el cartel despliega el diseño de la figura. El mensaje que el diseño realmente intenta transmitir es el siguiente: si Ud. va hasta Gral. Santos usando el tramo San Martín - Mcal. López, irá a una velocidad promedio de 30Km/h, pero si usa el tramo España irá a una velocidad promedio de 20Km/h. ¿Considera que el diseño transmite adecuadamente la información?. El 55 %, indicó que sí transmitía adecuadamente la información y el 45 %, indicó que no transmitía adecuadamente la información. Con estos datos podemos concluir que la información que se trataba de transmitir era confusa.

Con una pregunta abierta, que era opcional responder, se les solicitó a los participantes que justifiquen sus respuestas, en relación a la consigna, Figura 4.11. En la tabla la Tabla 4.2, el resumen de las justificaciones expresadas por algunas personas.

En relación al diseño 3.9, se les solicitó a los participantes, que indiquen alguna sugerencia para mejorarlo, de modo a que transmita mejor la información. En la tabla la Tabla 4.3, el resumen de las sugerencias expresadas por algunas personas.

4.4 Análisis de los resultados

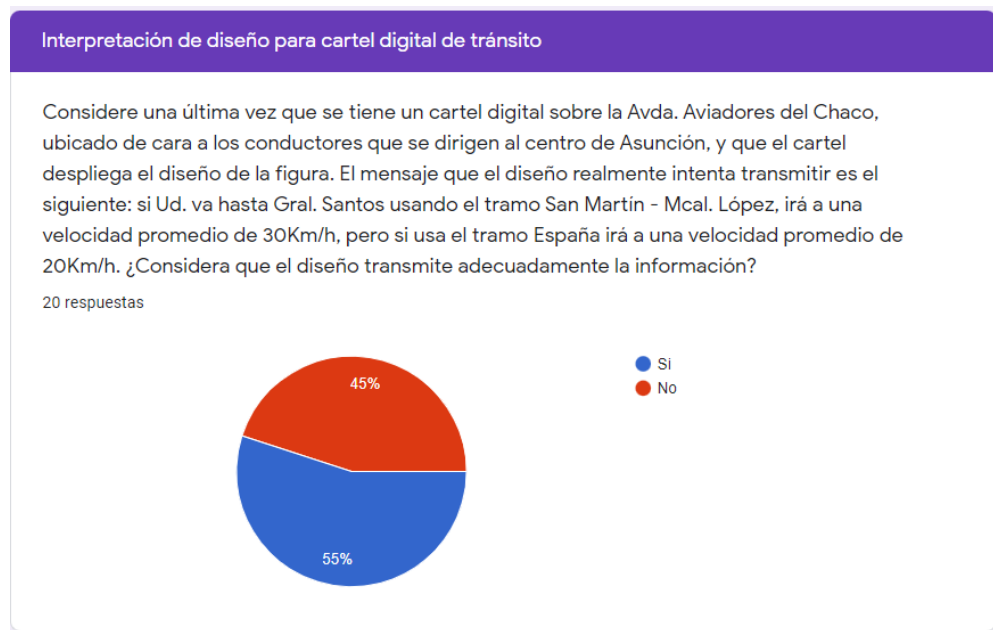


Figura 4.11: Interpretación de diseño 3.9

Tabla 4.2: Justificación de las respuestas - grupo 1

Respuestas	
Respuestas de participantes	Cantidad de personas
Demasiadas letras para leer, a unos 40 km por hora probablemente no las lea, respondieron	2 personas
La Figura no transmite calle, más bien rotonda o tiempo	2 personas
No se enseña ni difunde este tipo de información como estado de tráfico, la mayoría de los conductores no van a entenderlo o se confundirán	4 personas
El gráfico es de fácil interpretación, ya que transmite adecuadamente la información	5 personas

Tabla 4.3: Sugerencias de las personas - grupo 1

Respuestas	
Respuestas de participantes	Cantidad de personas
Utilizar flechas para indicar o transmitir velocidad	1 persona
Utilizar indicador de tiempo y no velocidad promedio	1 persona
Podrían ser dos carriles con autos desplazándose, uno con muchos más autos (el de 20 KM/H) que el otro. Con eso uno ya se imaginaría en cuál tardará más	1 persona
Colocar los tramos sobre los semicírculos	1 persona

4.4.3. Análisis de los datos mock-up alternativa 2

En esta sección describiremos los resultados de los datos recabados por medio del cuestionario relacionado al mock-up de la Figura 4.12 En la Figura 4.13, se visuali-



Figura 4.12: Mock-up alternativa 2

za la forma en que el grupo 2 interpretó el diseño propuesto, donde el 60 %, indicó correctamente, que 30 es la velocidad promedio en el tramo San Martín - Mcal. Lopez, hasta Gral. Santos, 20 es la velocidad promedio en el tramo España hasta General Santos, 35 %, confundió velocidad promedio, por tiempo en minutos y 5 % confundió velocidad promedio con velocidad permitida en el tramo. A partir de estos valores se puede concluir que la información que se pretendía dar a conocer era confusa para los participantes.

Referente a la Figura 4.14, se le consultó a los participantes si que interpretaban de las flechas verde y amarillo, el 55 %, indicó correctamente, que si va por el tramo

4.4 Análisis de los resultados

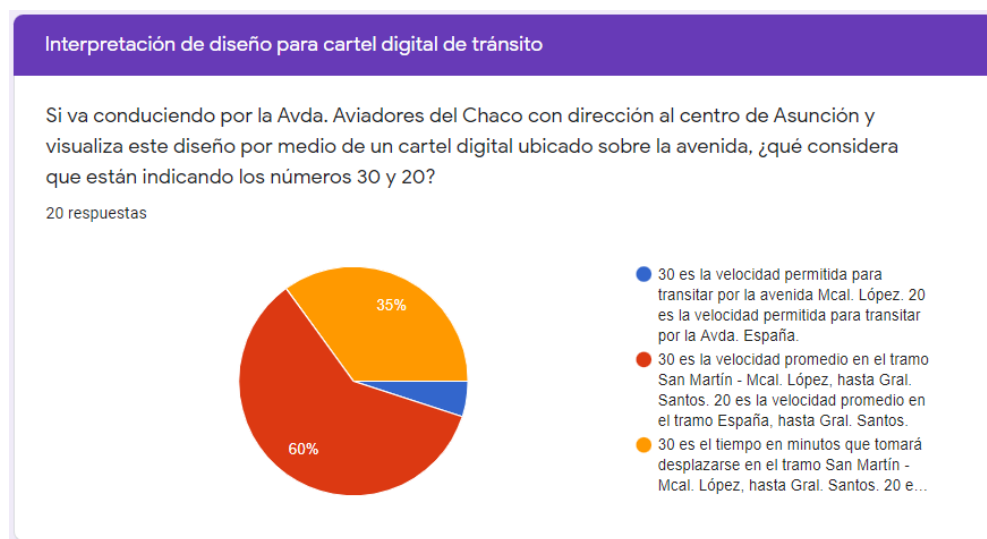


Figura 4.13: Interpretación de diseño 3.10

de España hasta Gral. Santos, iría a una velocidad de 20 kilómetros por hora, el 30 %, confundió velocidad en el tramo por tiempo en minutos para llegar a Gra. Santos y el 15 % confundió velocidad promedio en el tramo por velocidad permitida. A partir de estos valores se puede concluir que la información que se pretendía dar a conocer era confusa para los participantes, ya que el 45 %, respondió erróneamente.

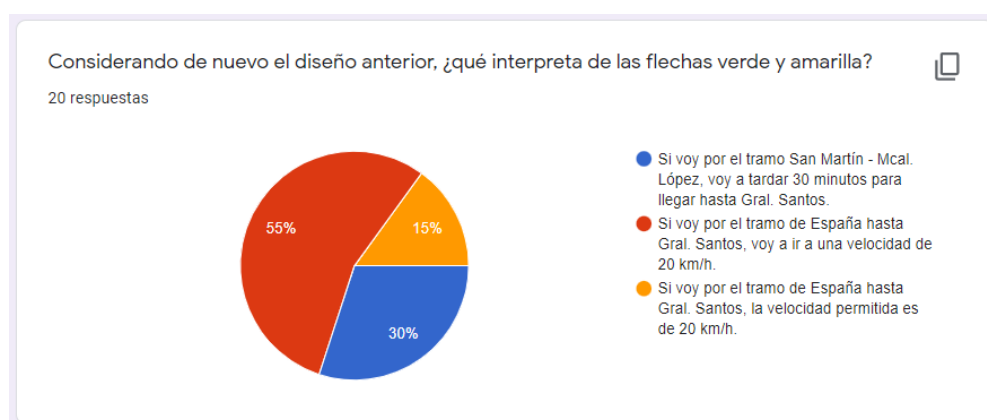


Figura 4.14: Interpretación de diseño 3.10

Con respecto a la Figura 4.15, sobre la imagen de las flechas, que expresaba proporciones de colores diferentes según la velocidad que indicaba (verde 30 km/h, tráfico fluido, porción mayor en la figura y amarillo 20 km/h, tráfico moderado, porción menor en la figura), el 80 %, indicó correctamente, que la flecha verde, representa el camino más rápido y el 20 %, confundió que el tramo en amarillo era el más rápido. Con estos valores podemos concluir, que los colores ayudan para diseñar mock-up con información de tráfico.

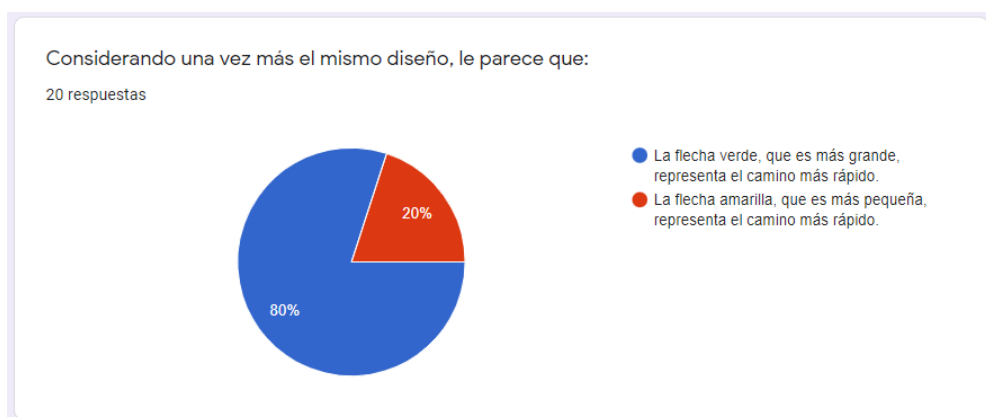


Figura 4.15: Interpretación de diseño 3.10

En la Figura 4.16, se expone al participante sobre lo que se deseaba expresar realmente en el cartel: Considere una última vez que se tiene un cartel digital sobre la Avda. Aviadores del Chaco, ubicado de cara a los conductores que se dirigen al centro de Asunción, y que el cartel despliega el diseño de la figura. El mensaje que el diseño realmente intenta transmitir es el siguiente: si Ud. va hasta Gral. Santos usando el tramo San Martín - Mcal. López, irá a una velocidad promedio de 30Km/h, pero si usa el tramo España irá a una velocidad promedio de 20Km/h. ¿Considera que el diseño transmite adecuadamente la información?. El 55 %, indicó que sí transmitía adecuadamente la información y el 45 %, indicó que no transmitía adecuadamente la información. Con estos datos podemos concluir que la información que se trataba de transmitir era confusa.

Con una pregunta abierta, que era opcional responder, se les solicitó a los participantes que justifiquen sus respuestas, en relación a la consigna, Figura 4.16. En la tabla la Tabla 4.4, el resumen de las justificaciones expresadas por algunas personas.

Tabla 4.4: Justificación de las respuestas - grupo 2

Respuestas	
Respuestas de participantes	Cantidad de personas
Se puede confundir muy fácil, más todavía manejando, debería ser más claro	4 personas
No es muy intuitivo	3 personas
Por los colores, que hace referencia a colores del semáforo, es fácil comprender	2 personas
Es claro y transmite el mensaje	5 personas

En relación al diseño 3.10, se les solicitó a los participantes, que indiquen alguna sugerencia para mejorarlo, de modo a que transmita mejor la información. En la tabla la Tabla 4.5, el resumen de las sugerencias expresadas por algunas personas.

4.4 Análisis de los resultados

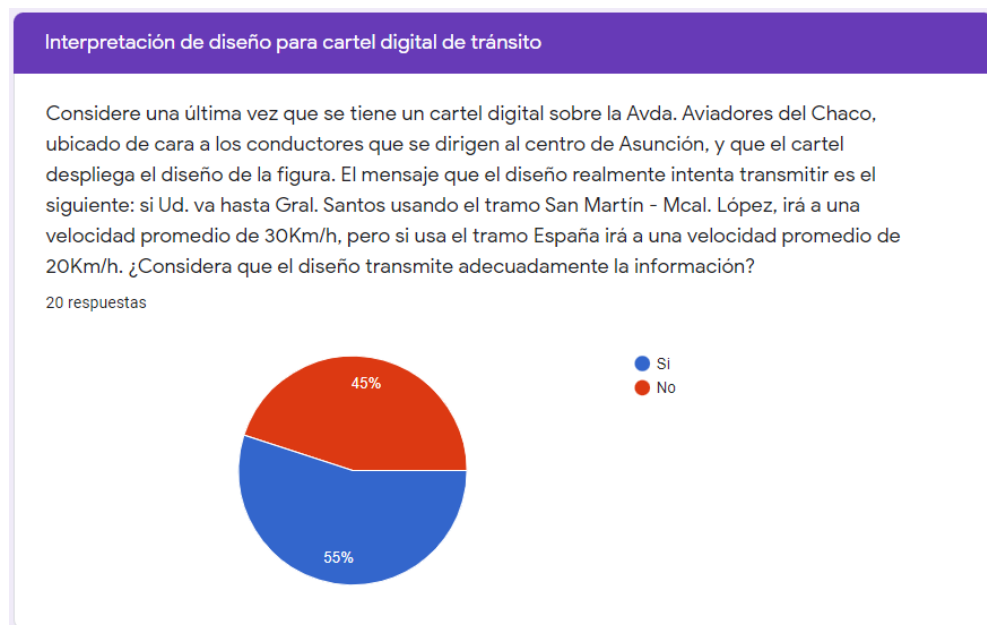


Figura 4.16: Interpretación de diseño 3.10

Tabla 4.5: Sugerencias de las personas - grupo 2

Respuestas	
Respuestas de participantes	Cantidad de personas
Agregar mas comentarios para indicar las señales del cartel	1 persona
No hace falta hacer la flecha más gruesa	1 persona
La idea esta buena, pero el paraguayo no lee y encima pedirle que use algo como KM/H literalmente la mayoría no entiende el simple concepto matemático detrás de eso	1 persona
Se debe hacer una campaña visual para que se sepa interpretar los carteles	1 persona
Estudiar el impacto que los colores pueda tener en la mente de los conductores	1 persona

4.4.4. Análisis de los datos mock-up alternativa 3

En esta sección describiremos los resultados de los datos recabados por medio del cuestionario relacionado al mock-up de la Figura 4.17. En la Figura 4.18, se visualiza



Figura 4.17: Mock-up alternativa 3

la forma en que el grupo 3 interpretó el diseño propuesto, donde el 90 %, indicó correctamente, que 30 es la velocidad promedio en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Santos, 20 es la velocidad promedio en el tramo España hasta General Santos y solo el 10 %, confundió velocidad promedio, por tiempo en minutos. A partir de estos valores se puede concluir que la información que se pretendía dar a conocer es muy clara para los participantes.

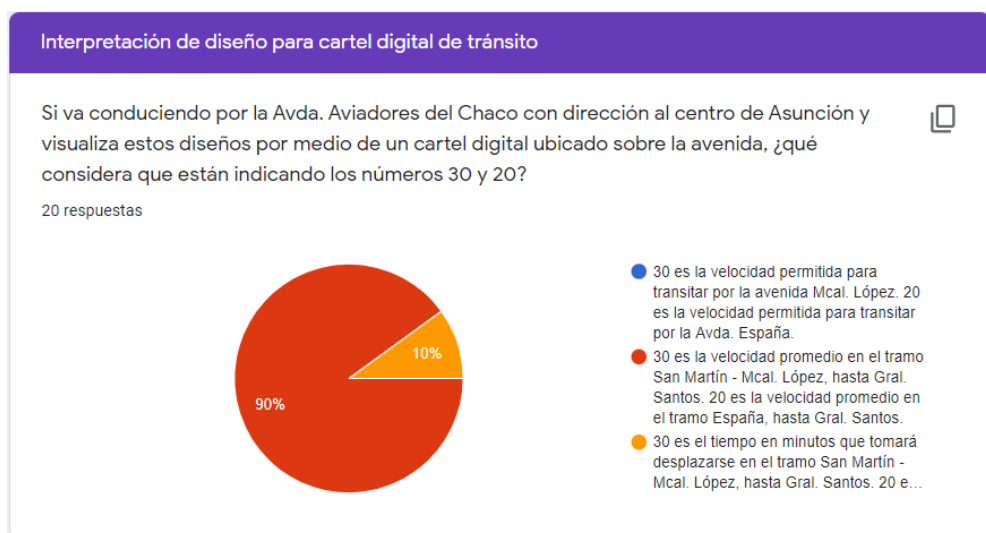


Figura 4.18: Interpretación de diseño 3.11

Referente a la Figura 4.19, se le consultó a los participantes si qué interpretaban de las flechas verde y amarillo, el 75 %, indicó correctamente, que si va por el tramo

4.4 Análisis de los resultados

de España hasta Gral. Santos, iría a una velocidad de 20 kilómetros por hora, el 20 %, confundió velocidad en el tramo por tiempo en minutos para llegar a Gral. Santos y el 5 % confundió velocidad promedio en el tramo por velocidad permitida. A partir de estos valores se puede concluir que la información que se pretendía dar a conocer era comprendida por los participantes, ya que solo el 25 %, respondió erróneamente.

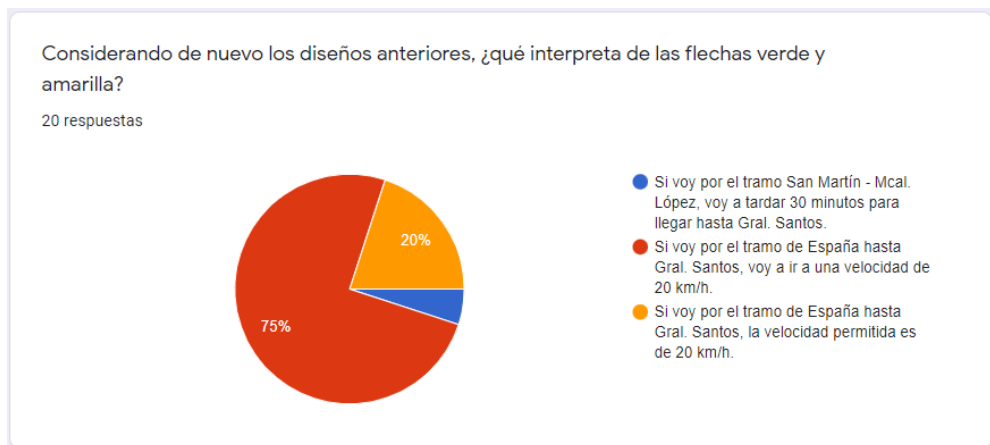


Figura 4.19: Interpretación de diseño 3.11

Con respecto a la Figura 4.20, las flechas tenían colores diferentes según la velocidad que indicaba (verde 30 km/h, tráfico fluido y amarillo 20 km/h, tráfico moderado), el 95 %, indicó correctamente, que la flecha verde, representa el camino más rápido y solo el 5 %, confundió que el tramo en amarillo era el más rápido. Con estos valores podemos concluir, que al parecer la gente está interpretando correctamente los colores del semáforo, al expresar que el verde es mas fluida y el amarillo es menos fluida.

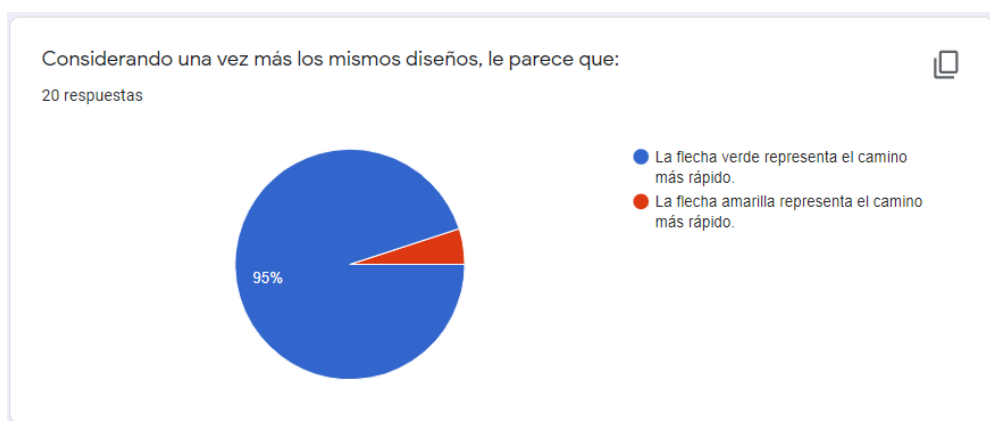


Figura 4.20: Interpretación de diseño 3.11

En la Figura 4.21, se expone al participante sobre lo que se deseaba expresar realmente en el cartel: Considere una última vez que se tiene un cartel digital sobre la

Avda. Aviadores del Chaco, ubicado de cara a los conductores que se dirigen al centro de Asunción, y que el cartel despliega el diseño de la figura. El mensaje que el diseño realmente intenta transmitir es el siguiente: si Ud. va hasta Gral. Santos usando el tramo San Martín - Mcal. López, irá a una velocidad promedio de 30Km/h, pero si usa el tramo España irá a una velocidad promedio de 20Km/h. ¿Considera que el diseño transmite adecuadamente la información?. El 90 %, indicó que sí transmitía adecuadamente la información y solamente el 10 %, indicó que no transmitía adecuadamente la información. Con estos datos podemos concluir que la información que se trataba de transmitir cumplía con la función de dar a conocer el estado de tráfico por medio de la velocidad promedio en el tramo.

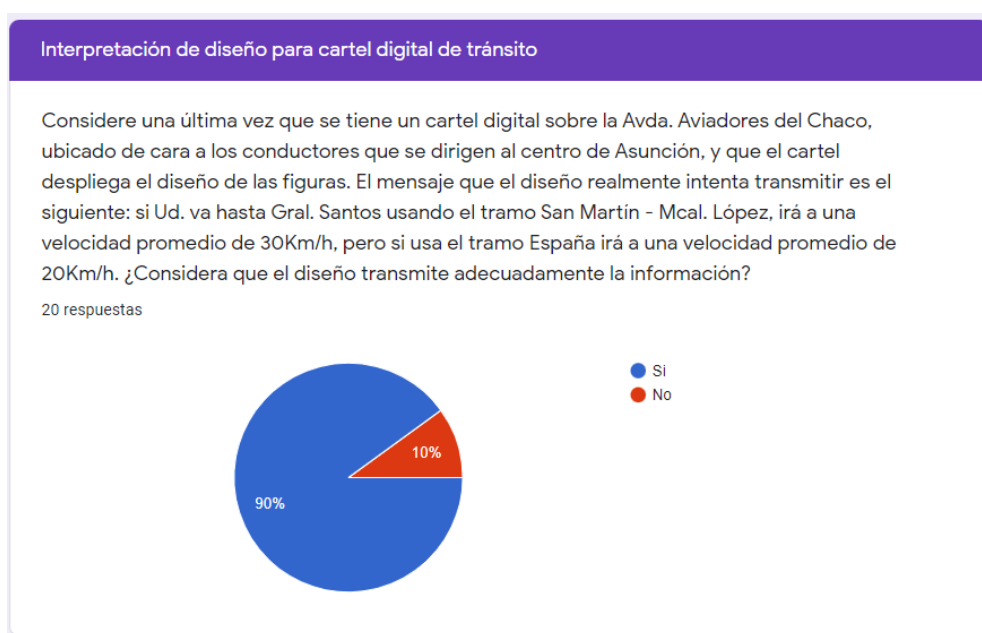


Figura 4.21: Interpretación de diseño 3.11

Con una pregunta abierta, que era opcional responder, se les solicitó a los participantes que justifiquen sus respuestas, en relación a la consigna, Figura 4.21. En la tabla la Tabla 4.6, el resumen de las justificaciones expresadas por algunas personas.

En relación al diseño 3.11, se les solicitó a los participantes, que indiquen alguna sugerencia para mejorarlo, de modo a que transmita mejor la información. En la tabla la Tabla 4.7, el resumen de las sugerencias expresadas por algunas personas.

4.5. Análisis comparativo

En esta sección se analizan los resultados de las tres preguntas referidas a la interpretación de mock-ups específicamente. A continuación las preguntas, cada una de las cuales presentaba opciones múltiples de respuesta, algunas de interpretación correcta y otras incorrectas:

4.5 Análisis comparativo

Tabla 4.6: Justificación de las respuestas - grupo 3

Respuestas	
Respuestas de participantes	Cantidad de personas
La utilización de colores en los carteles, le dan claridad al diseño, el verde representa siempre adelante, fluidez, mientras que el amarillo atención y si sería rojo muy congestionado	7 personas
Es intuitivo, claro, se interpreta por sentido común	3 personas
Hay mucha información a la primera mirada y considerando que uno va a cierta velocidad en la avenida, creo que la lectura no se puede hacer de manera rápida	1 persona
El color verde ya está aceptado y comprendido mental y socialmente como apertura, habilitado, el amarillo al hacer un paralelismo con la luz del semáforo ya indica menor velocidad, etc	1 persona

Tabla 4.7: Sugerencias de las personas - grupo 3

Respuestas	
Respuestas de participantes	Cantidad de personas
Ninguna sugerencia porque la señal es muy clara	5 personas
Debería haber flechas en rojo demostrando demoras superiores a las normales	1 persona
Agregarle como leyenda superior "Velocidad Promedio"	1 persona
Que ofrezca caminos alternativos	1 persona

1. Si va conduciendo por la Avda. Aviadores del Chaco con dirección al centro de Asunción y visualiza este diseño por medio de un cartel digital ubicado sobre la avenida, ¿qué considera que están indicando los números 30 y 20?
2. Considerando de nuevo el diseño anterior, ¿qué interpreta de los semicírculos/flechas verde y amarillo?
3. Considerando una vez más el mismo diseño, le parece que el semicírculo/flecha verde/amarillo representa el camino más rápido?

En la figura 4.22, se puede observar que para el mock-up 4.7 (alternativa 1), los porcentajes de comprensiones correctas fueron del 85 %, 50 % y del 75 %, para cada pregunta. Para el mock-up 4.12 (alternativa 2), los porcentajes de comprensiones correctas fueron del 60 %, 55 % y del 80 %. Y para el mock-up 4.17 (alternativa 3), los porcentajes de comprensiones correctas fueron del 90 %, 75 % y del 95 %. Se puede observar que en todas las preguntas, la alternativa 3 tuvo mayores porcentajes de respuestas de interpretación correctas.

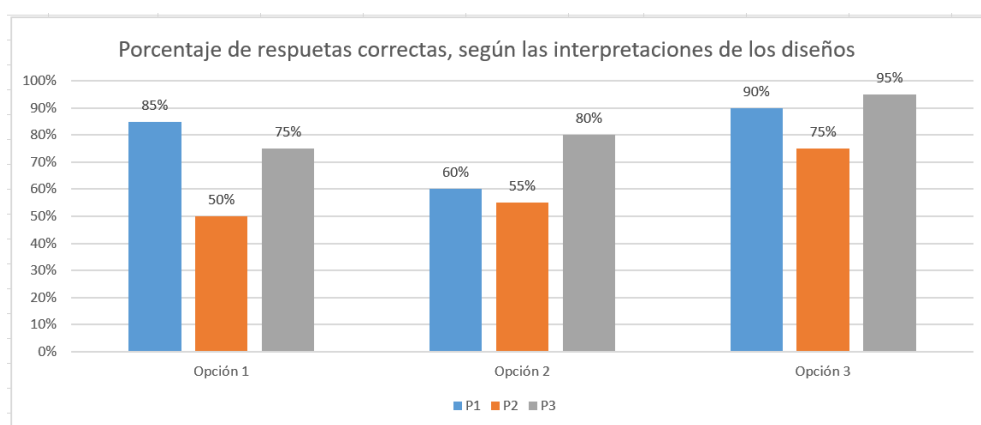


Figura 4.22: Interpretaciones correctas

En la figura 4.23, se puede observar el promedio de respuestas correctas referidas a los diferentes mock-ups. Para el mock-up 4.7 (alternativa 1), el promedio de porcentaje de comprensión correcta fue del 70 %. Para el mock-up 4.12 (alternativa 2), el porcentaje de comprensión correcta fue del 65 %. Y para el mock-up 4.17 (alternativa 3), el porcentaje de comprensiones correcta fue del 87 %.

Finalmente, analizando estos resultados llegamos a la conclusión de que todas las preguntas referidas a la comprensión, tuvieron un porcentaje de respuestas correctas igual o mayor al 50 %, es decir se puede considerar que las consignas referidas a la comprensión fueron positivas. Ahora bien, claramente el mock-up 4.17 (alternativa 3), tiene los porcentajes mayores de interpretación correcta, confirmando que este fue el diseño que mejor trasmite la información que se dará a conocer.

4.6 Discusión de resultados

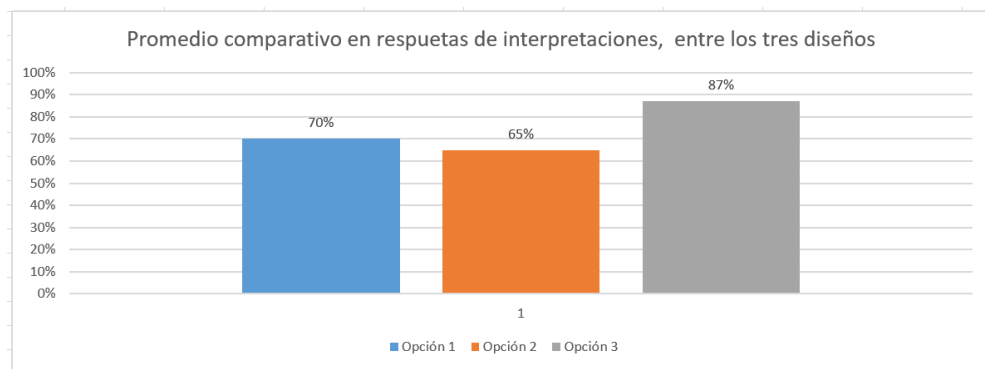


Figura 4.23: Interpretaciones correctas entre los 3 diseños alternativos

4.6. Discusión de resultados

Con estos resultados, consideramos que el diseño que logra transmitir de manera más comprensible la información al usuario conductor es el mock-up de la Figura 4.17 (alternativa 3), con 87 % de interpretación correcta en las respuestas de los conductores, frente al 70 % para el mock-up de la Figura 4.7 (alternativa 1) y el 65 % para el mock-up de la Figura 4.12 (alternativa 2). Uno de los motivos de estos resultados podría ser que algunas personas ya tienen fijado en la mente la información que transmitían los VMS cuando estaban en funcionamiento y al incorporar la información de velocidad en km/h, que anteriormente no tenía, es probable que el cartel sea más claro aún.

Referente a las limitaciones de la validez, mencionamos que al no seguir los procesos rigurosos que requiere la investigación para definir la población meta, así como el tamaño de la muestra para que sea representativa de la población en estudio, esto podría constituirse en amenaza.

Reconocidas estas limitaciones, identificamos tareas futuras, como mejorar los diseños de los mock-ups para indicar el estado de tráfico, teniendo en cuenta las sugerencias recogidas de los participantes.

Consideramos además, que en el futuro podría replicarse este mismo estudio, involucrando a más participantes, producto del muestreo de una población objetivo, más amplia y más aleatoria.

Conclusiones y trabajos futuros

En esta sección se describen las conclusiones, que hace referencia a los resultados más importantes de la investigación y las oportunidades para futuras investigaciones, en la sección trabajos futuros.

5.1. Conclusiones

Finalizado este trabajo, enfatizamos los resultado más relevantes de esta investigación.

En Asunción, el control del tráfico lo realiza la Municipalidad de Asunción, a través del Centro Avanzado de Control de Tráfico, utilizando herramientas como: la plataforma Waze, semáforos inteligentes, cámaras instaladas en la ciudad, agentes de tránsito asignados a lugares específicos según el estado de tráfico monitoreado.

De acuerdo a la revisión de la literatura, entre las formas más usuales de control de tráfico se encuentran los dispositivos y plataformas tecnológicas, principalmente por su bajo costo y masificación. Conociendo las formas en que se realizan el monitoreo y control de tráfico en Asunción y teniendo la posibilidad de acceder a los datos provistos por la plataforma Waze, consideramos oportuno investigar sobre la factibilidad de implementarlo, en vista a la necesidad de contar con más herramientas que informen el estado de tráfico en la ciudad. Se interpretaron los datos generados por la plataforma Waze, tomado como base para elaborar el algoritmo que obtiene como resultado velocidad promedio en un tramo, en kilómetros por hora, en tiempo real. Esta información podría obtenerse de cualquiera de las avenidas de Asunción.

Al verificar la factibilidad de implementarlo, identificamos además la oportunidad de identificar el mock-up que exprese de manera más comprensible el estado de tráfico actual, con el objeto de darlo a conocer por medio de los VMS, que actualmente no cuentan con información que dar a conocer.

Para lograr estos objetivos, se diseñaron varios mock-ups, orientados a usuarios conductores, donde se elaboraron diferentes formas de expresar la velocidad promedio

en un tramo, que informa el estado de tráfico actual de las avenidas. En la Figura 5.1, se pueden observar los 3 mock-ups diseñados.

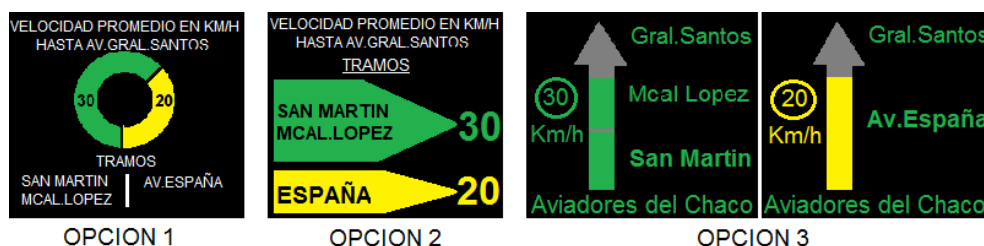


Figura 5.1: Los tres mock-ups diseñados

Las tres opciones de diseño fueron sometidas a evaluación con conductores de la ciudad de Asunción, a fin de determinar cuál de las opciones era mejor comprendida. La opción 1 alcanzó un 70 % de interpretación correcta, la opción 2 un 65 %, y la opción 3 un 87 %. Por lo tanto, podemos recomendar utilizar el tercer diseño para desplegar la información de la velocidad promedio en los VMS de la ciudad de Asunción.

En cuanto al análisis sobre el cuestionario en general, consideramos que aportó datos interesantes, ya que fue compartido aleatoriamente con personas que tomaron en serio las preguntas, por tratarse de un proyecto de investigación, y esto se ve reflejado en los comentarios que expusieron, donde se les solicitaba.

5.2. Trabajos futuros

Luego de realizar un exhaustivo análisis de los datos generados por la plataforma Waze, hallamos factible que el algoritmo sea implementado en un futuro no lejano, de utilizarlo por la Municipalidad de Asunción, dispuesto al servicio de los usuarios conductores, como una herramienta de información del estado de tráfico.

También se propone que la ejecución de la validación se realice con los usuarios conductores, cada cuatro años, considerando que el parque automotor de la ciudad de Asunción, va en notable crecimiento y partiendo de las pautas teóricas, para adecuarlas a la realidad del momento.

5.2 Trabajos futuros

Bibliografía

- [1] Gabriel Baban, Alexandru Iovanovici, Cristian Cosariu, and Lucian Prodan. Determination of the critical congestion point in urban traffic networks: A case study. In *2017 IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics*. IEEE, nov 2017.
- [2] Tania Banerjee, Ke Chen, Xiaohui Huang, Anand Rangarajan, and Sanjay Ranka. A Multi-sensor System for Traffic Analysis at Smart Intersections. In *2019 Twelfth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*. IEEE, aug 2019.
- [3] Bill Buxton, Saul Greenberg, Sheelagh Carpendale, and Nicolai Marquardt. *Sketching User Experiences: The Workbook*. Elsevier LTD, Oxford, January 2012.
- [4] K Chatterjee, N.B Hounsell, P.E Firmin, and P.W Bonsall. Driver response to variable message sign information in london. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 10(2):149–169, apr 2002.
- [5] Victor Cherniy, Sergiy Bezshapkin, Olena Sharovara, Ihor Vasyliiev, and Olena Verenych. Modern Approach to the Road Traffic Management in Citie of Ukraine: Case Study of Kyiv Municipal Company Road Traffic Management Center". In *2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS)*. IEEE, mar 2020.
- [6] Municipalidad de Asunción. Municipalidad implementa medidas para mejorar el tránsito en la capital, May 2019.
- [7] Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Plan de ordenamiento territorial del Área metropolitana de Asunción. 2014. realizado por geam – Gestión Ambiental, 2014.
- [8] Dirección Nacional del Registro del Automotor. Datos Estadísticos, dic 2020.

- [9] Aqeel Farooq, Wade Alhalabi, and Sara M. Alahmadi. Traffic systems in smart cities using LabVIEW. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 9(2):242–255, jul 2018.
- [10] Sreya Ghosh and Iti Saha Misra. Controlled Speed Limiting System for Congestion Mitigation for Smart City Design. In *2020 IEEE Calcutta Conference (CALCON)*. IEEE, feb 2020.
- [11] Nima Hoseinzadeh, Yuandong Liu, Lee D. Han, Candace Brakewood, and Amin Mohammadnazar. Quality of location-based crowdsourced speed data on surface streets: A case study of Waze and Bluetooth speed data in Seville, TN. *Computers, Environment and Urban Systems*, 83:101518, 2020.
- [12] University of Leeds Institute for Transport Studies. Variable message signs, 2001.
- [13] Sheenamariam Jacob, A. Rekh, G. Manoj, and John Paul. Smart traffic management system with real time analysis. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7:348–351, 01 2018.
- [14] Zahid Khan, Anis Koubaa, and Haleem Farman. Smart Route: Internet-of-Vehicles (IoV)-Based Congestion Detection and Avoidance (IoV-Based CDA) Using Rerouting Planning. *Applied Sciences*, 10(13):4541, jun 2020.
- [15] Sara Nygardhs and Gabriel Helmers. VMS - Variable Message Signs. A literature review. SE-581 95 Linköping Sweden, 2007.
- [16] Department of Transportation Office of Traffic Safety and Mobility. Variable message sign guidelines, August 2011.
- [17] Alessio Pagani, Francesco Bruschi, and Vincenzo Rana. Knowledge Discovery from car sharing data for traffic flows estimation. In *2017 Smart City Symposium Prague (SCSP)*. IEEE, may 2017.
- [18] Leyes Paraguayas. Ley n° 4435 / aprueba el acuerdo marco sobre otorgamiento de asistencia entre el gobierno de la República del Paraguay y el gobierno de la República de Corea, 2015.
- [19] Alejandro Lugo Joaquín Olivera Nathalie Aquino Ronald Chenú-Abente Javier Paniagua Jorge Saldívar Patricia Fauvety, Mónica Fatecha. Percepción ciudadana acerca de los problemas de movilidad en Asunción. Reporte técnico. 2018.
- [20] Rezaur Rahman, Kamol C. Roy, Mohamed Abdel-Aty, and Samiul Hasan. Sharing Real-Time Traffic Information With Travelers Using Twitter: An Analysis of Effectiveness and Information Content. *Frontiers in Built Environment*, 5, jun 2019.

BIBLIOGRAFÍA

- [21] N Ramchandra and C Rajabhushanam. Traffic flow prediction using flow strength indicators and deep lstm network. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 11(3):442–447, 2020.
- [22] Yvonne Rogers. *Interaction design : beyond human-computer interaction*. Wiley, Chichester, West Sussex, U.K, 2011.
- [23] Martyn Shuttleworth. Diseño de medidas con contrapeso, May 2009.
- [24] Manuel Trujillo Suarez. Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario-dcu-,adaptados para el desarrollo de productos materiales. *ICONO-FACTO VOL.12 N°19*, 2016.
- [25] William Albert Thomas Tullis. *Measuring the User Experience*. Elsevier Science Techn., May 2013.
- [26] Sebastián Vallejos, Brian Caimmi, Diego Gabriel Alonso, Luis Sebastián Berdun, and Álvaro Soria. Comparing detection and disclosure of traffic incidents in social networks: An intelligent approach based on twitter vs. waze. *Inteligencia Artificial*, 21(61):47, mar 2018.
- [27] Waze. Waze traffic-data specification document, August 2017.
- [28] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C. Ohlsson, and Björn Regnell. *Experimentation in Software Engineering*. Springer-Verlag GmbH, June 2012.
- [29] Jingru Yu, Marc E.J. Stettler, Panagiotis Angeloudis, Simon Hu, and Xiqun Michael Chen. Urban network-wide traffic speed estimation with massive ride-sourcing GPS traces. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 112:136–152, mar 2020.

Apéndice

En esta sección, se describe información referente al algoritmo genérico, la estructura de datos del archivo json. Se detallan, además los formularios utilizados para recabar información de usuarios conductores.

A.1. Algoritmo genérico

A continuación el desarrollo del algoritmo.

Cartel

- Ubicación
- Sentido (la información se debe mostrar sólo para el sentido del cartel)

inicio {

 // recorreremos todo el arreglo de jams y generamos una matriz con promedios de velocidad en km/h en cada Calle y tramo <calle, tramo>

 jams = obtener_jams(json); // obtenemos el vector jams del archivo origen json

 listado_de_tramos = obtener_listado_tramos(); // obtenemos un listado de los tramos

 //leer_tramos: tramos tiene la forma [calle, inicio, fin, vel_acumulada, num_lecturas, v_promedio, color]

 // lista_tramos es el listado de los tramos con su información de velocidad y color

 lista_tramos = inicializar_tramos(listado_de_tramos); // carga la matriz de tramos, con las calles, el inicio y el fin de cada tramo y pone a 0 las velocidades y contadores

 nombres_calles = leer_nombres_calles(lista_tramos); // listado de calles de interés para los carteles

 para (cada jam en jams) { // leemos todos los jam del conjuntos de jams

 si(verificar_calle(sobre_calle_interes(jam, nombres_calles))) { // el punto está en una calle de interés

 tramo = validar_tramo(jam, lista_tramos); // obtenemos un tramo de interés, con su sentido

 si(tramo != null) { // estamos sobre un tramo de interés

 tramo.vel_acumulada = tramo.vel_acumulada + en_km_h(jam.speed);

 // convertimos a km/h

 tramo.num_lecturas = tramo.num_lecturas+1;

 }

 }

}

```

para (tramo en lista_tramos) {
    si(tramo.num_lecturas > 0) {
        tramo.v_promedio = tramo.vel_acumulada/tramo.num_lecturas;
        tramo.color = colorear_tramo(tramo.v_promedio);
    }
}

} fin

tramos ['España',-25.286571, -57.588717, -25.286571, -57.588717] // calle: españa,
coordenadas sacramento, coordenadas gral. santos)

inicio jam -25,286696 -57,590395 y -25,287424, -57,597219

funcion validar tramos
validar_tramo(jam, tramos) {
    retorna null si no está en un tramo válido y retorona el tramo en caso contrario
}

si no está en un tramo
    retorna null;
si pertenece a un tramo
    retorna <jam, tramo>
}

```

sobre_calle_interes(jam, nombres_calles): devuelve verdadero si el jam está sobre una de las calles de interés para el sistema

por definir

obtener_jams(json)

verificar_calle(jam, nombre_calle)

verificar_sentido(jam, nombre_calle, sentido_calle)

nombre_calle = leer_nombre_calle;

sentido_calle = leer_sentido_calle;

velocidad[nombre_calle][sentido_calle] = 0;

para (cada jam en jams) { // leemos todos los jam del conjuntos de jams

 si(verificar_calle(jam, nombre_calle)) { // el punto está en la calle de interés

 si(verificar_tramo(jam, inicio_tramo, fin_tramo)) { // estamos sobre el tramo de
interés

 si(verificar_sentido(jam, nombre_calle, sentido_calle)) {

 velocidad = km_h(jama.speed);

 }

 }

 }

}

A.2. Archivo de datos json

En esta sección se puede observar la estructura del archivo json generado por la plataforma Waze.

En las Figuras A.1 y A.2, se observan los datos del archivo provisto por los técnicos de la Municipalidad de Asunción.

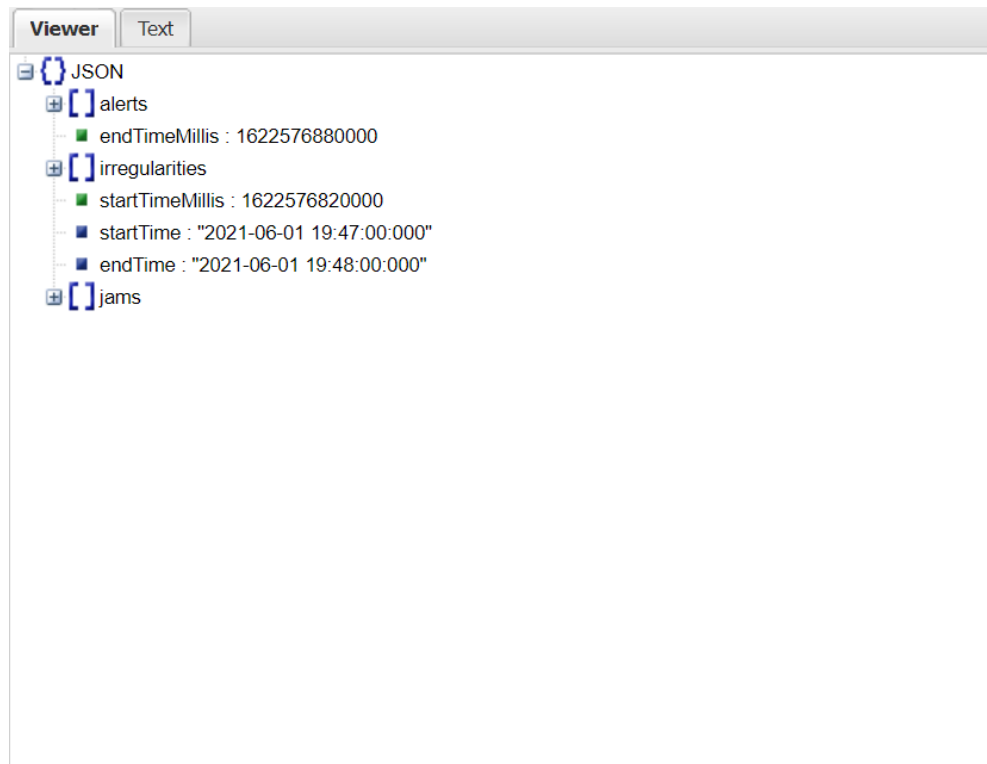


Figura A.1: Esquema principal archivo json

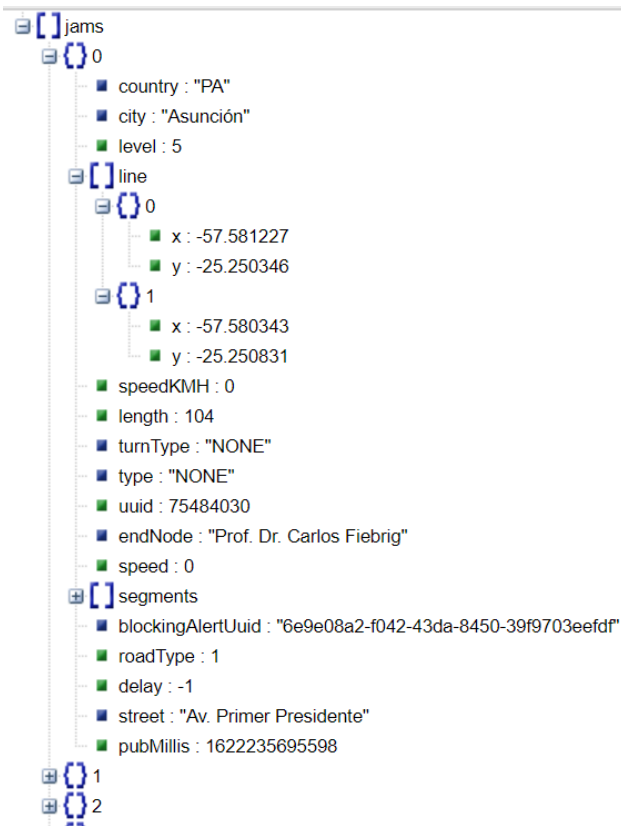
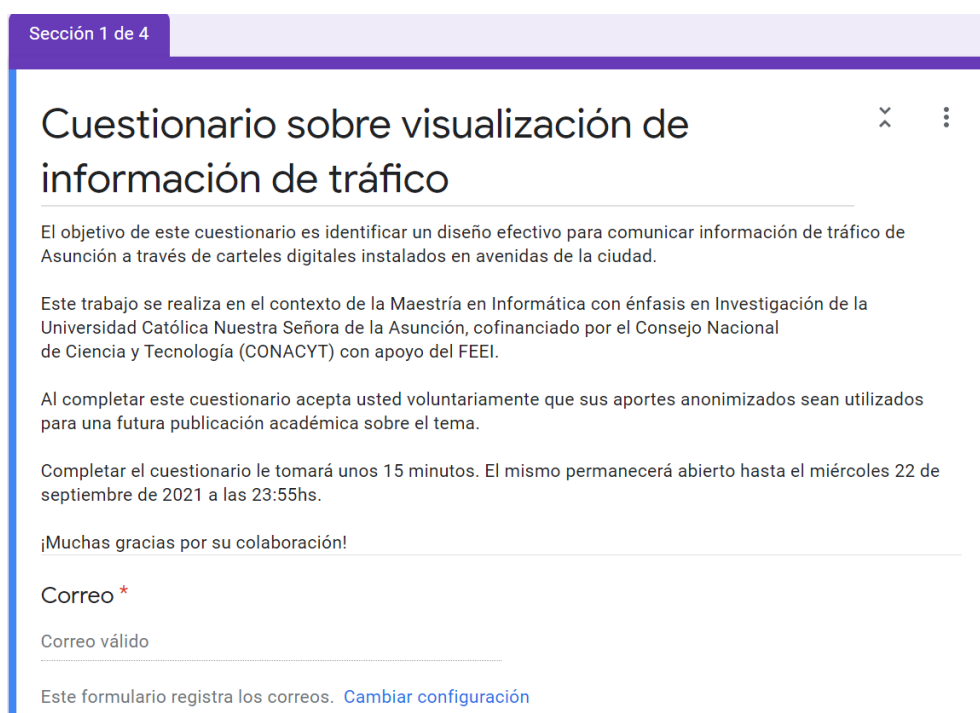


Figura A.2: Archivo json, sección jam

A.3. Cuestionarios

Los formularios están compuestos por cuatro partes, de las cuales la primera y la segunda parte son iguales para los 3 grupos, por tratarse de información relacionada a las personas que participaron del estudio y al uso de herramientas tecnológicas, es decir preguntas comunes para todos. En las Figuras A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, se observan las preguntas relacionadas en forma general a todas las personas que participaron del estudio.



Sección 1 de 4

Cuestionario sobre visualización de información de tráfico

El objetivo de este cuestionario es identificar un diseño efectivo para comunicar información de tráfico de Asunción a través de carteles digitales instalados en avenidas de la ciudad.

Este trabajo se realiza en el contexto de la Maestría en Informática con énfasis en Investigación de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con apoyo del FEEL.

Al completar este cuestionario acepta usted voluntariamente que sus aportes anonimizados sean utilizados para una futura publicación académica sobre el tema.

Completar el cuestionario le tomará unos 15 minutos. El mismo permanecerá abierto hasta el miércoles 22 de septiembre de 2021 a las 23:55hs.

¡Muchas gracias por su colaboración!

Correo *

Correo válido

Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

Figura A.3: Encabezado del cuestionario

En la tercera y cuarta parte del formulario, las preguntas son específicas al mock-up, ya que se trata de recolectar la información referente a la interpretación del usuario referente a cada diseño.

A.3.1. Cuestionario relacionado al mock-up 1

En las Figuras A.8, A.9, A.10, A.11, A.12, se observan las preguntas específicas, relacionadas al mock-up 1.

A.3.2. Cuestionario relacionado al mock-up 2

En las Figuras A.13, A.14, A.15, A.16, A.17, se observan las preguntas específicas, relacionadas al mock-up 2.

Datos demográficos

Descripción (opcional)

Edad *

☐ De 18 a 30 años

☐ De 31 a 40 años

☐ De 41 a 50 años

☐ Más de 50 años

Sexo *

☐ Masculino

☐ Femenino

Figura A.4: Datos demográficos

Lugar de residencia *

☐ Asunción

☐ Departamento Central

☐ Otros departamentos del país

Tipo de registro de conducir *

☐ Particular

☐ Profesional

☐ No posee

Figura A.5: Datos demográficos

A.3 Cuestionarios

Sección 2 de 4

Información tecnológica

Descripción (opcional)

En relación a plataformas tecnológicas que brindan información relacionada al estado de tráfico * (Waze, Google Maps), usted:

- ☐ Las utiliza frecuentemente
- ☐ Las conoce y utiliza eventualmente
- ☐ Las conoce pero no las utiliza
- ☐ No las conoce

Figura A.6: Información tecnológica

Si pudiera visualizar información del estado de tráfico por medio de carteles digitales ubicados * en las principales avenidas de Asunción, ¿con qué información le gustaría contar?

- ☐ Velocidad promedio del tramo en el que se está desplazando
- ☐ Tiempo estimado en minutos que le tomará desplazarse por la vía que conduce
- ☐ Caminos alternativos al actual
- ☐ Otra...

Figura A.7: Información tecnológica

Interpretación de diseño para cartel digital de tránsito

Descripción (opcional)

Si va conduciendo por la Avda. Aviadores del Chaco con dirección al centro de Asunción y visualiza este diseño por medio de un cartel digital ubicado sobre la avenida, ¿qué considera que están indicando los números 30 y 20? *



☐ 30 es la velocidad permitida para transitar por la avenida Mcal. López. 20 es la velocidad permitida para tr...

☐ 30 es la velocidad promedio en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Santos. 20 es la velocidad pr...

☐ 30 es el tiempo en minutos que tomará desplazarse en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Sant...

Figura A.8: Información sobre el diseño, referente a los números

Considerando de nuevo el diseño anterior, ¿qué interpreta de los semicírculos verde y amarillo? *



☐ Si voy por el tramo San Martín - Mcal. López, voy a tardar 30 minutos para llegar hasta Gral. Santos.

☐ Si voy por el tramo de España hasta Gral. Santos, voy a ir a una velocidad de 20 km/h.

☐ Si voy por el tramo de España hasta Gral. Santos, la velocidad permitida es de 20 km/h.

Figura A.9: Información sobre el diseño, referente a los colores

A.3 Cuestionarios

Considerando una vez más el mismo diseño, le parece que: *



VELOCIDAD PROMEDIO EN KM/H
HASTA AV. GRAL. SANTOS

30 20

TRAMOS
SAN MARTÍN | AV. ESPAÑA
MCAL. LÓPEZ

☐ El semicírculo verde, que es más grande, representa el camino más rápido.

☐ El semicírculo amarillo, que es más pequeño, representa el camino más rápido.

Figura A.10: Información sobre el diseño, referente a la proporción de las figuras

Interpretación de diseño para cartel digital de tránsito

Descripción (opcional)

Considere una última vez que se tiene un cartel digital sobre la Avda. Aviadores del Chaco, ubicado de cara a los conductores que se dirigen al centro de Asunción, y que el cartel despliega el diseño de la figura. El mensaje que el diseño realmente intenta transmitir es el siguiente: si Ud. va hasta Gral. Santos usando el tramo San Martín - Mcal. López, irá a una velocidad promedio de 30Km/h, pero si usa el tramo España irá a una velocidad promedio de 20Km/h. ¿Considera que el diseño transmite adecuadamente la información? *



VELOCIDAD PROMEDIO EN KM/H
HASTA AV. GRAL. SANTOS

30 20

TRAMOS
SAN MARTÍN | AV. ESPAÑA
MCAL. LÓPEZ

☐ Sí

☐ No

Figura A.11: Información referente a la interpretación del diseño

Por favor, justifique su respuesta anterior.

Texto de respuesta larga

¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el diseño y transmitir mejor el mensaje pretendido?

Texto de respuesta larga

Figura A.12: Información sobre comentarios del usuario

Sección 3 de 4

Interpretación de diseño para cartel digital

Descripción (opcional)

Si va conduciendo por la Avda. Aviadores del Chaco con dirección al centro de Asunción y visualiza este diseño por medio de un cartel digital ubicado sobre la avenida, ¿qué considera que están indicando los números 30 y 20?



- ☐ 30 es la velocidad permitida para transitar por la avenida Mcal. López. 20 es la velocidad permitida para tr...
- ☐ 30 es la velocidad promedio en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Santos. 20 es la velocidad p...
- ☐ 30 es el tiempo en minutos que tomará desplazarse en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Sant...

Figura A.13: Información sobre el diseño, referente a los números

A.3 Cuestionarios

Considerando de nuevo el diseño anterior, ¿qué interpreta de las flechas verde y amarilla? *



VELOCIDAD PROMEDIO EN KM/H
HASTA AV. GRAL. SANTOS
TRAMOS

SAN MARTÍN
MCAL. LÓPEZ 30

ESPAÑA 20

☐ Si voy por el tramo San Martín - Mcal. López, voy a tardar 30 minutos para llegar hasta Gral. Santos.

☐ Si voy por el tramo de España hasta Gral. Santos, voy a ir a una velocidad de 20 km/h.

☐ Si voy por el tramo de España hasta Gral. Santos, la velocidad permitida es de 20 km/h.

Figura A.14: Información sobre el diseño, referente a los colores

Considerando una vez más el mismo diseño, le parece que: *



VELOCIDAD PROMEDIO EN KM/H
HASTA AV. GRAL. SANTOS
TRAMOS

SAN MARTÍN
MCAL. LÓPEZ 30

ESPAÑA 20

☐ La flecha verde, que es más grande, representa el camino más rápido.

☐ La flecha amarilla, que es más pequeña, representa el camino más rápido.

Figura A.15: Información sobre el diseño, referente a la proporción de las figuras

A.3 Cuestionarios

A.3.3. Cuestionario relacionado al mock-up 3

En las Figuras A.18, A.19, A.20, A.21, A.22, se observan las preguntas específicas, relacionadas al mock-up 3.

Interpretación de diseño para cartel digital de tránsito

Descripción (opcional)

Si va conduciendo por la Avda. Aviadores del Chaco con dirección al centro de Asunción y visualiza estos diseños por medio de un cartel digital ubicado sobre la avenida, ¿qué considera que están indicando los números 30 y 20?





☐ 30 es la velocidad permitida para transitar por la avenida Mcal. López. 20 es la velocidad permitida para tr...

☐ 30 es la velocidad promedio en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Santos. 20 es la velocidad pr...

☐ 30 es el tiempo en minutos que tomará desplazarse en el tramo San Martín - Mcal. López, hasta Gral. Sant...

Figura A.18: Información sobre el diseño, referente a los números

Considerando de nuevo los diseños anteriores, ¿qué interpreta de las flechas verde y amarilla? *



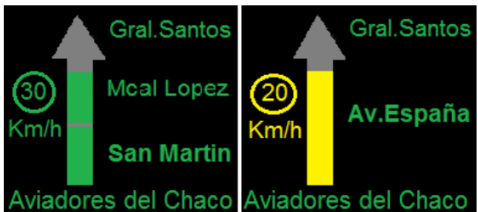
☐ Si voy por el tramo San Martín - Mcal. López, voy a tardar 30 minutos para llegar hasta Gral. Santos.

☐ Si voy por el tramo de España hasta Gral. Santos, voy a ir a una velocidad de 20 km/h.

☐ Si voy por el tramo de España hasta Gral. Santos, la velocidad permitida es de 20 km/h.

Figura A.19: Información sobre el diseño, referente a los colores

Considerando una vez más los mismos diseños, le parece que: *



☐ La flecha verde representa el camino más rápido.

☐ La flecha amarilla representa el camino más rápido.

Figura A.20: Información sobre el diseño, referente a la proporción de las figuras

A.3 Cuestionarios

Interpretación de diseño para cartel digital de tránsito

Descripción (opcional)

Considere una última vez que se tiene un cartel digital sobre la Avda. Aviadores del Chaco, ubicado de cara a los conductores que se dirigen al centro de Asunción, y que el cartel despliega el diseño de las figuras. El mensaje que el diseño realmente intenta transmitir es el siguiente: si Ud. va hasta Gral. Santos usando el tramo San Martín - Mcal. López, irá a una velocidad promedio de 30Km/h, pero si usa el tramo España irá a una velocidad promedio de 20Km/h. ¿Considera que el diseño transmite adecuadamente la información?



☐ Si

☐ No

Figura A.21: Información referente a la interpretación del diseño

Por favor, justifique su respuesta anterior.

Texto de respuesta larga

¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el diseño y transmitir mejor el mensaje pretendido?

Texto de respuesta larga

Figura A.22: Información sobre comentarios del usuario

