



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**Análisis comparativo entre la velocidad obtenida del equipo de Video
VBOX Lite y las obtenidas por aplicaciones de teléfono celular.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Román Romero, Rolando Joel

DIRECTOR: García Ramírez, Yasmany Damián, Ph.D.

LOJA – ECUADOR

2017



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph.D.

Yasmany Damián García Ramírez

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Análisis comparativo entre la velocidad obtenida del equipo de Video VBOX Lite y las obtenidas por aplicaciones de teléfono celular**, realizado por **Rolando Joel Román Romero**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2017

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Rolando Joel Román Romero** declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Análisis comparativo entre la velocidad obtenida del equipo de Video VBOX Lite y las obtenidas por aplicaciones de teléfono celular, de la Titulación Ingeniería Civil, siendo Yasmany Damián García Ramírez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad.

f.....

Autor: Rolando Joel Román Romero

Cédula: 1104626864

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios por ser mi fortaleza y guía en cada paso, y por haberme entregado salud para poder culminar una de mis metas más deseadas.

A mis padres por el apoyo brindado en todas las etapas de mi formación académica, por su sacrificio constante para que cumpla mis sueños, sus consejos, su amor incondicional y motivación para que siga adelante a pesar de las adversidades.

A toda mi familia puesto que todos conforman el pilar fundamental en mi vida; además por su amor, cariño y confianza brindada en todo momento.

Rolando Joel Román Romero

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido finalizar esta etapa de mi vida, por todas sus bendiciones entregadas a mi familia y a mi persona.

A mi director de proyecto de fin de titulación Ph.D. Yasmany García, por su dedicación, entrega y asesoramiento impartido durante la realización del presente proyecto.

A mis padres, Rolando y Mayra, que lo han dado todo para que pueda culminar mi carrera universitaria, por su respaldo permanente y por la enseñanza diaria para crecer como persona.

A mis hermanos, Axel y Mayra, que son lo más importante y motivo para alcanzar nuevas metas.

A todos los docentes que conforman la Titulación de Ingeniería Civil, por su esfuerzo para formar profesionales aptos que se desempeñen en la sociedad.

A mis amigos que siempre me han apoyado tanto a nivel estudiantil y personal, y a quienes han contribuido de cierta manera a culminar esta investigación.

Rolando Joel Román Romero

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Hipótesis	4
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.4. Metodología	5
1.5. Alcance de la investigación	6
1.6. Aportes de la investigación.....	7
1.7. Estructura de la investigación.....	7
CAPÍTULO II	9
ESTADO DEL ARTE	9
2.1. Introducción.....	10
2.2. GNSS.....	10
2.3. GPS	10
2.3.1. Componentes fundamentales del GPS.....	12
2.3.1.1. Segmento espacial	12
2.3.1.2. Segmento de control.....	12
2.3.1.3. Segmento del usuario	13
2.3.2. Fuentes de error en los GPS	13
2.3.3. Incertidumbre en localización GPS	16
2.3.4. Velocidad obtenida con GPS	17
2.4. GPS en los teléfonos celulares.....	18
2.4.1. Posicionamiento híbrido.....	19
2.4.1.1. GPS asistido (A-GPS).....	19
2.4.1.2. Posicionamiento WI-FI (WPS).....	20
2.4.1.3. Posicionamiento de la red celular	21
2.4.1.4. Limitaciones.....	21

2.4.2.	Modos para determinar la ubicación en teléfonos celulares con sistema operativo Android.....	22
2.4.3.	Usos más comunes de los teléfonos celulares con GPS	22
2.5.	Aplicaciones de teléfonos celulares para determinar la velocidad	23
2.6.	Resumen y conclusiones.....	24
CAPÍTULO III	.....	25
PLAN EXPERIMENTAL	.....	25
3.1.	Introducción.....	26
3.2.	Selección de teléfonos celulares y aplicaciones	26
3.3.	Análisis estático.....	27
3.4.	Análisis dinámico.....	28
3.4.1.	Variables independientes consideradas.....	28
3.4.2.	Selección de los tramos de estudio	29
3.4.3.	Equipo de medición de velocidad	33
3.4.4.	Trabajo de campo.....	33
3.4.4.1.	Recolección de datos de las variables independientes	34
3.4.4.2.	Recolección de datos de la variable dependiente	34
3.5.	Resumen y conclusiones.....	35
CAPÍTULO IV	.....	37
PROCESAMIENTO DE DATOS	.....	37
4.1.	Introducción.....	38
4.2.	Procesamiento de datos estáticos	38
4.3.	Procesamiento de datos dinámicos	41
4.3.1.	Procesamiento de datos de las variables independientes.....	41
4.3.2.	Procesamiento de datos de las variables dependientes.....	42
4.4.	Resumen y conclusiones.....	46
CAPÍTULO V	.....	47
ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO	.....	47
5.1.	Introducción.....	48
5.2.	Análisis de patrones de comportamiento de posición (estático).....	48
5.2.1.	Errores mínimos	48
5.2.2.	Errores máximos.....	51
5.2.3.	Errores (RMSE)	53
5.3.	Análisis de patrones de comportamiento de velocidad (dinámico).....	56
5.4.	Resumen y conclusiones.....	67
CAPÍTULO VI	.....	68
CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS	.....	68
6.1.	Introducción.....	69
6.2.	Calibración de modelos	69
6.2.1.	Modelos de velocidad	69

6.3.	Datos para la validación	71
6.4.	Validación de los modelos calibrados.....	73
6.4.1.	Validación de los modelos de velocidad	74
6.4.1.1.	Modelo teórico propuesto (uso de los modelos).....	84
6.5.	Resumen y conclusiones.....	87
	CONCLUSIONES.....	88
	RECOMENDACIONES.....	90
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
	ANEXOS	94
	Anexo A: Análisis preliminar.....	95
	Anexo B: Información acerca de la recolección y procesamiento de datos de la variable independiente	114
	Anexo B.1: Número de casas a lado derecho e izquierdo de los tramos	115
	Anexo B.2: Número y altura media de árboles (grandes y medianos) y número de postes con cables a lado derecho e izquierdo del tramo	118
	Anexo B.3: Ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura media de casas por tramo	121
	Anexo B.4: Altura de no influencia de todos los recorridos.....	123
	Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos.....	128
	Anexo C: Velocidades recogidas para la validación de los modelos y tabla de valores del Chi-Cuadrado crítico	151
	Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX LITE, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos.....	152
	Anexo C.2: Tabla de valores de Chi-Cuadrado crítico	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Número de satélites disponibles para las diferentes constelaciones	11
Tabla 2.2	Fuentes de error en los GPS	15
Tabla 2.3	Aplicaciones que permiten determinar la velocidad mediante el uso de GPS para el sistema Android	23
Tabla 3.1	Variables independientes utilizadas en el estudio	28
Tabla 3.2	Tramos de estudio	29
Tabla 3.3	Características de los tramos de estudio	31
Tabla 3.4	Información de los recorridos realizados.....	35
Tabla 4.1	Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy S6 y aplicación GPS Speed.....	39
Tabla 4.2	Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy S6 y aplicación GPSLogger	39
Tabla 4.3	Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPS Speed.....	40
Tabla 4.4	Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPSLogger	40
Tabla 4.5	Datos del tramo 1 del primer recorrido.....	43
Tabla 4.6	Obtención de la velocidad mínima, máxima, promedio y RMSE de la diferencia de velocidades del tramo 1 del primer recorrido	43
Tabla 4.7	RMSE de la diferencia de velocidades por tramo de los recorridos realizados	44
Tabla 5.1	Relaciones R ² de todos los recorridos	57
Tabla 5.2	Velocidad media, relación H/a y azimut de los tramos de estudio.....	59
Tabla 5.3	Relaciones R ² de la velocidad media, relación H/a y azimut	61
Tabla 6.1	Ecuaciones propuestas de RMSE máximos de velocidad para cada recorrido	69
Tabla 6.2	Ecuaciones propuestas de velocidad ajustada para cada recorrido.....	70
Tabla 6.3	Tramos de estudio para la validación.....	72
Tabla 6.4	Características y azimut de los tramos de estudio para la validación.....	72
Tabla 6.5	Detalle de los recorridos realizados para la validación.....	72
Tabla 6.6	RMSE de velocidad por tramo de los recorridos realizados para la validación.....	73
Tabla 6.7	Errores de pronóstico, prueba de Chi-Cuadrado y Chi-Cuadrado crítico.....	84
Tabla A.1	Variables independientes del análisis preliminar	96
Tabla A.2	Tramos de estudio del análisis preliminar	97
Tabla A.3	Características de los tramos de estudio del análisis preliminar.....	97
Tabla A.4	Número de casas al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar	100
Tabla A.5	Número y altura media de árboles grandes y medianos, y número de postes con cables al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar.....	101
Tabla A.6	Ancho de río, ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura media de casas de los tramos del análisis preliminar.....	103
Tabla A.7	Detalle de recorridos realizados para el análisis preliminar	104
Tabla A.8	Promedio de la diferencia de velocidades por tramo de los recorridos realizados	105
Tabla A.9	Relaciones R ² del grupo avenidas con río	106
Tabla A.10	R ² de las avenidas con parterre	107
Tabla A.11	R ² de calles	109
Tabla A.12	R ² de puntos cardinales (norte-sur, sur-norte).....	110
Tabla A.13	R ² de puntos cardinales (este-oeste, oeste-este)	111
Tabla A.14	R ² de puntos cardinales (noreste, sureste).....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de triangulación de satélites para determinar la posición.....	11
Figura 2.2 Efecto sombra y multitrayectoria	14
Figura 2.3 Ubicación del receptor.....	15
Figura 2.4 Esquema de funcionamiento del GPS en teléfonos celulares.....	18
Figura 3.1 Proceso de recolección de datos para el análisis estático	28
Figura 3.2 Circuito de recolección de datos	32
Figura 3.3 Equipo de Video VBOX Lite	33
Figura 5.1 Errores mínimos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy S6 y GPSLogger .	48
Figura 5.2 Errores mínimos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPS Speed.	49
Figura 5.3 Errores mínimos del Galaxy A5 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPSLogger .	50
Figura 5.4 Errores mínimos del Galaxy S6 y GPSLogger versus Galaxy A5 y GPSLogger .	50
Figura 5.5 Errores máximos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy S6 y GPSLogger	51
Figura 5.6 Errores máximos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPS Speed	52
Figura 5.7 Errores máximos del Galaxy A5 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPSLogger	52
Figura 5.8 Errores máximos del Galaxy S6 y GPSLogger versus Galaxy A5 y GPSLogger	53
Figura 5.9 RMSE del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy S6 y GPSLogger	54
Figura 5.10 RMSE del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPS Speed	54
Figura 5.11 RMSE del Galaxy A5 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPSLogger	55
Figura 5.12 RMSE del Galaxy S6 y GPSLogger versus Galaxy A5 y GPSLogger.....	56
Figura 5.13 Relación entre el número de casas de 2 pisos a lado izquierdo del tramo (nc2i) con el RMSE de la diferencia de velocidades del segundo recorrido	57
Figura 5.14 Relación H/a	59
Figura 5.15 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del primer recorrido	61
Figura 5.16 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del segundo recorrido.....	62
Figura 5.17 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del tercer recorrido	62
Figura 5.18 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del cuarto recorrido	62
Figura 5.19 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del quinto recorrido.....	63
Figura 5.20 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del sexto recorrido.....	63
Figura 5.21 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del séptimo recorrido.....	63
Figura 5.22 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del octavo recorrido.....	64
Figura 5.23 Relación de velocidad del primer recorrido.....	64
Figura 5.24 Relación de velocidades del segundo recorrido	65
Figura 5.25 Relación de velocidades del tercer recorrido	65
Figura 5.26 Relación de velocidades del cuarto recorrido	65
Figura 5.27 Relación de velocidades del quinto recorrido	66
Figura 5.28 Relación de velocidades del sexto recorrido	66
Figura 5.29 Relación de velocidades del séptimo recorrido.....	66
Figura 5.30 Relación de velocidades del octavo recorrido	67
Figura 6.1 Circuito de validación	71
Figura 6.2 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del primer recorrido	75
Figura 6.3 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del segundo recorrido.....	76
Figura 6.4 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del tercer recorrido	76

Figura 6.5 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del cuarto recorrido.....	77
Figura 6.6 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del quinto recorrido.....	77
Figura 6.7 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del sexto recorrido.....	78
Figura 6.8 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del séptimo recorrido.....	78
Figura 6.9 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del octavo recorrido.....	79
Figura 6.10 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del primer recorrido.....	80
Figura 6.11 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del segundo recorrido.....	80
Figura 6.12 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del tercer recorrido.....	81
Figura 6.13 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del cuarto recorrido.....	81
Figura 6.14 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del quinto recorrido.....	82
Figura 6.15 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del sexto recorrido.....	82
Figura 6.16 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del séptimo recorrido.....	83
Figura 6.17 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del octavo recorrido.....	83
Figura A.1 Circuito cerrado de recolección de datos para el análisis preliminar.....	99

RESUMEN

Los teléfonos celulares con las aplicaciones, representan una herramienta útil para recolectar información de la velocidad de circulación de un vehículo. Pero esta información puede ser diversa y tal vez no confiable.

Por tal motivo, la finalidad de esta investigación fue realizar un análisis comparativo entre la velocidad obtenida por medio del equipo de Video VBOX Lite, el cual proporciona información más precisa de velocidad, y las velocidades obtenidas por aplicaciones de teléfono celular. Para ello, se recolectaron datos de velocidad en 51 tramos de estudio ubicados en la ciudad de Loja, Ecuador; por medio de los teléfonos celulares Galaxy S6 y Galaxy A5 con las aplicaciones GPS Speed y GPSLogger; y equipo de Video VBOX Lite. Y se analizó la influencia de las variables independientes: características físicas y geométricas de los tramos, velocidad media, dirección de los tramos con respecto al norte (azimut) con la velocidad.

Finalmente se elaboraron modelos para predecir los RMSE máximos de la velocidad, en función del azimut de los tramos, y de igual forma se desarrollaron modelos de ajuste de velocidad.

PALABRAS CLAVES: Video VBOX Lite, Galaxy S6, Galaxy A5, GPS Speed, GPSLogger, modelos de RMSE de la velocidad, modelos de velocidad ajustada.

ABSTRACT

The cell phones with the apps, it has become a useful tool to collect information about the speed of movement of a vehicle through the different technologies they use.

For this reason, the purpose of this research was performed a comparative analysis between the speed obtained through the Video VBOX Lite, which provides more accurate information about the speed, and the velocities obtained through the apps of cell phones. To that end, velocity data were collected in 51 section located in the urban area of Loja city, Ecuador, by mean of the cell phones Galaxy S6 and Galaxy A5 with GPS speed and GPSLogger applications and Video VBOX Lite equipment. And the influence of the independent variables was analyzed, physical and geometric characteristics of the section, average speed, section direction with respect to the north (azimuth) with the speed.

Finally, were made models to predict the highest RMSE velocity, according to the azimuth section. Likewise, velocity adjustment models were developed.

PALABRAS CLAVES: Video VBOX Lite, Galaxy S6, Galaxy A5, GPS Speed, GPSLogger, RMSE velocity model, speed model adjusted.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el planteamiento del problema, la hipótesis, los objetivos planteados, la metodología aplicada, el alcance, los aportes y la estructura de la investigación.

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente se ha dado un gran avance en la tecnología aplicada a los teléfonos celulares, y a la vez se han diseñado diferentes aplicaciones para los mismos. Estas aplicaciones permiten realizar varias tareas tanto para uso profesional, educativo, de ocio, entre otras. Una de estas tareas es la capacidad de recoger datos de velocidad de circulación de un vehículo a través del receptor GPS de los teléfonos celulares, pero se desconoce qué tan precisa o confiable es la información proporcionada por estas aplicaciones para ser utilizadas en el ámbito civil, estudiantil y más aún en lo profesional.

Asimismo cabe resaltar que la mayoría de los usuarios que desean realizar un estudio académico o profesional referente a velocidades, no cuentan con la disponibilidad de equipos específicos para la recolección de datos de velocidad, por lo que es más accesible utilizar un teléfono celular para obtener dichos datos.

Por ello resulta conveniente realizar un análisis comparativo entre velocidades de un equipo que obtiene datos más precisos de velocidad, que en este caso es el equipo de Video VBOX Lite, con las velocidades obtenidas por medio de las aplicaciones y teléfonos celulares seleccionados; puesto que no se conoce ningún tipo de análisis de estas características en Ecuador.

A partir de esta comparación se desarrollaran modelos que permitirán conocer el error máximo que se puede presentar según la dirección del tramo (azimut). Además modelos que permiten corregir la velocidad obtenida por medio de las aplicaciones y teléfonos celulares. Esta información permitirá proporcionar valores más precisos de velocidad con el uso de aplicaciones de teléfono celular, las cuales podrán ser utilizadas con mayor seguridad y confianza tanto en la transportación y alivio de congestión, así como también en futuros análisis de tráfico en la ciudad de Loja.

1.2. Hipótesis

En esta investigación se plantea la siguiente hipótesis:

El error de velocidad que se produce en los teléfonos celulares y aplicaciones con respecto al equipo de Video VBOX Lite, es causado por las siguientes variables independientes: características físicas (casas, árboles y postes de luz) y geométricas de los tramos, velocidad media y dirección de los tramos (azimut).

En las características físicas y geométricas de los tramos se encuentran las variables: número de casas, número de árboles, número de postes, altura media de casas, altura media de árboles, ancho de calzada, ancho de acera y ancho de parterre.

La velocidad media se refiere a la velocidad obtenida por tramo, por medio de las aplicaciones con los teléfonos celulares y con el equipo de Video VBOX Lite.

La dirección de los tramos (azimut) se refiere a la dirección que tiene cada tramo con respecto al punto cardinal norte.

1.3. Objetivos de la investigación

El objetivo general de esta investigación es comparar la velocidad obtenida por el equipo Video VBOX Lite y las obtenidas por aplicaciones de teléfono celular. Para cumplir dicho propósito se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Revisión bibliográfica referente al tema en estudio.
- Desarrollar un plan experimental que permita establecer la relación entre el equipo de Video VBOX Lite y las aplicaciones de teléfono celular.
- Recolectar datos de velocidad con los equipos de estudio y variables independientes consideradas.
- Procesar la información recolectada obtenida en el trabajo de campo.
- Analizar los patrones de comportamiento de la velocidad en relación a las variables independientes.
- Calibrar y validar la información de las aplicaciones de teléfono celular proponiendo ecuaciones de corrección en función de las variables independientes más influyentes.

1.4. Metodología

Para el desarrollo de la investigación, primeramente se efectuó el estado del arte, donde se analizó la literatura existente relacionada al tema de estudio, en la cual se revisó conceptos básicos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), sus fuentes de error e incertidumbre en la localización, uso del GPS en teléfonos celulares y sus tecnologías de localización, y algunas aplicaciones de teléfono celular que sirven para realizar el registro de velocidades de un vehículo. Esta información se usó para el desarrollo de un plan experimental, y así establecer la relación entre el equipo de Video VBOX Lite y las aplicaciones de teléfono celular.

El plan experimental se subdividió en tres partes; la selección de teléfonos celulares y aplicaciones, análisis estático y análisis dinámico. Los teléfonos celulares seleccionados fueron el Galaxy S6 y Galaxy A5 con las aplicaciones GPS Speed y GPSLogger. El análisis

estático consistió en recolectar datos sin movimiento con respecto a un punto ya referenciado haciendo uso de los teléfonos celulares y aplicaciones mencionadas. Por otro lado, para realizar el análisis dinámico se subdividió en: variables independientes consideradas, selección de los tramos de estudio, equipo de medición de velocidad y el trabajo de campo, el cual consistió en la recolección de datos de las variables independientes y dependientes.

Para seleccionar los tramos de estudio se consideraron las variables independientes previamente escogidas. En total se eligieron 51 tramos de estudio de calles urbanas de la ciudad de Loja, Ecuador. El trabajo de campo correspondiente a la variable independiente consistió en la recolección de información de las características físicas y geométricas de los tramos; mientras que para la variable dependiente se recogieron datos de velocidad con los teléfonos celulares y aplicaciones escogidas y, con el equipo de Video VBOX Lite en todos los recorridos realizados.

Ya recolectados los datos de campo, se realizaron los procesamientos de datos estáticos y dinámicos. En el procesamiento de datos estáticos se obtuvo el error horizontal mínimo, máximo, medio y RMSE, mientras que en el procesamiento de datos dinámicos correspondiente a la variable dependiente se obtuvo el RMSE de la velocidad entre los equipos empleados.

Posteriormente, se efectuó el análisis de patrones de comportamiento de posición (estático) y de velocidad (dinámico). Éste último se comparó con las variables independientes: características físicas y geométricas de los tramos, velocidad media y dirección de los tramos con respecto al norte (azimut) con la finalidad de determinar las variables estadísticamente más influyentes.

Para la calibración de los modelos de velocidad se usó el análisis de regresión lineal con las variables más influyentes, y para realizar la validación de dichos modelos se recogieron datos de velocidad en nuevos tramos; a partir de los cuales se elaboraron gráficas de los valores observados versus estimados, se calculó los errores de pronóstico y la prueba del Chi-Cuadrado para determinar si los modelos propuestos son aceptables y satisfactorios.

1.5. Alcance de la investigación

La investigación se desarrolló a partir de la recolección de datos en campo. Los datos de posición (estáticos) se recogieron en el horario de 9:00 a 12:00 de lunes a sábado, mientras que los datos de velocidad (dinámico) se obtuvieron un martes durante la noche entre las 21:00 a 00:00 para evitar la congestión vehicular.

Esta investigación se aplica a tramos de hasta 4 carriles, con o sin presencia de estacionamiento y parterre, con direcciones del tramo respecto al norte (azimut) entre 2,7 a 315 y velocidades comprendidas de 0 a 59,1 km/h. Los tramos de estudio representan a calles urbanas de la ciudad de Loja, Ecuador.

Además este trabajo sólo es aplicable a los teléfonos celulares, Galaxy S6 y Galaxy A5 con el chip de la telefonía celular Claro, y con las aplicaciones GPS Speed y GPSLogger.

1.6. Aportes de la investigación

Los aportes adquiridos de esta investigación son los siguientes:

Análisis de datos de velocidad.- Se utilizó los teléfonos celulares Galaxy S6 y Galaxy A5 de la marca Samsung y las aplicaciones GPS Speed y GPSLogger descargadas de la plataforma digital Google Play Store para la recolección de datos de velocidad, y a la vez identificar las causas de error de dichos datos en función de las variables independientes que presentan los tramos de estudio. Así mismo se recogió datos de posición en diferentes días de la semana y con diferentes submodos para conocer su precisión.

Modelo para determinar el RMSE máximo de la velocidad.- Se calibró ecuaciones para encontrar la raíz del error cuadrático medio (RMSE) o error máximo que se puede obtener con los teléfonos celulares y aplicaciones seleccionadas, en función de la dirección del tramo respecto al norte (azimut).

Modelo de ajuste de velocidad.- De igual forma se calibraron ecuaciones que permiten realizar la corrección de las velocidades recogidas con los teléfonos celulares y aplicaciones, con el fin de obtener velocidades más precisas de igual similitud a las adquiridas con el equipo de Video VBOX Lite.

Los modelos propuestos son los primeros de este tipo para el medio local y nacional, puesto que no existen modelos o investigaciones de igual similitud.

1.7. Estructura de la investigación

La presente investigación está compuesta por 6 capítulos, organizados de la siguiente manera:

Capítulo 1.- Se presenta la introducción del tema de estudio.

Capítulo 2.- Se realiza un análisis del estado del arte, en donde se hace una revisión de la literatura existente para el desarrollo de la investigación.

Capítulo 3.- Se indica el plan experimental, el cual se dividió en selección de teléfonos celulares y aplicaciones, análisis estático y análisis dinámico.

Capítulo 4.- Se muestra el procesamiento de datos de estáticos y dinámicos, en donde se determinó el error horizontal mínimo, máximo, medio y RMSE de posición, y el RMSE de la velocidad.

Capítulo 5.- Se efectuó el análisis de patrones de comportamiento de posición (estático) y de velocidad (dinámico) con respecto a las variables independientes.

Capítulo 6.- Se realizó la calibración y validación de los modelos de velocidad obtenidos.

CAPÍTULO II
ESTADO DEL ARTE

2.1. Introducción

Este capítulo contiene un análisis de la literatura existente que está relacionada con el tema de estudio. En este capítulo se revisan los conceptos básicos del sistema de posicionamiento global (GPS), sus fuentes de error e incertidumbre en la localización. Así mismo se hace un análisis de la utilización del GPS en teléfonos celulares y sus tecnologías en la localización, y finalmente se describen algunas aplicaciones de teléfono celular, las cuales permiten realizar el registro de velocidades de un vehículo en movimiento o detenido.

2.2. GNSS

GNSS (Global Navigation Satellite Systems) es el término que engloba a los Sistemas de Navegación por Satélite, los cuales proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación (Valero, Julián y Villén, 2014).

Cada constelación GNSS está diseñada para incorporar 24 satélites o más. Esto asegura que las señales de al menos cuatro satélites estén disponibles en cualquier lugar, además este número es el mínimo requerido para que el equipo del usuario obtenga una posición tridimensional. GNSS proporciona posicionamiento tridimensional, mientras que la mayoría de las tecnologías terrestres se limitan a la posición horizontal debido a la geometría de la señal (Groves, 2013).

2.3. GPS

El Sistema de Posicionamiento Global por medio de satélites (GPS: Global Positioning System), fue inicialmente creada con el propósito de utilizarse como equipo militar con el fin de obtener información precisa de posición, velocidad y tiempo, sin embargo posteriormente se usó para varias aplicaciones civiles. Por causas de seguridad, las señales GPS que usan las personas civiles, se someten a una degradación deliberada por parte del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y se limitan a cierta frecuencia. A pesar de estas restricciones se ha encontrado medios para obtener una buena precisión en la localización mediante las llamadas técnicas diferenciales. (Pozo-Ruz, Ribeiro, García-Alegre, García, Guinea y Sandoval, 2000).

El Sistema de Posicionamiento Global, tiene como propósito la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos se pueden situar en cualquier lugar de la Tierra, sin movimiento (estático) o en movimiento y las observaciones se realizan en cualquier momento del día (Huerta, Mangiaterra y Noguera, 2007).

Para poder obtener la posición de un punto cualquiera, el GPS se basa en la recepción simultánea de señales de radio, mínimo de 4 satélites, de los que se conoce de manera precisa sus coordenadas o posición orbital con respecto a la Tierra. Cada uno de los satélites envía continuamente una señal radio con datos precisos de la hora en que se emite. Los receptores GPS, analizan esta señal y calculan la diferencia de tiempo desde que se emitió hasta que se recibió. La velocidad de las señales de radio en el vacío es la misma que la velocidad de la luz, y en función de esta se puede estimar aproximadamente la velocidad en la atmósfera; debido a esto los receptores GPS pueden calcular la distancia al satélite con bastante precisión. Para medir el tiempo de vuelo de la señal de radio, es necesario que los relojes de los satélites y de los receptores estén sincronizados, pues deben generar simultáneamente el mismo código (Pozo-Ruz et al. 2000). Ahora bien conociendo la posición de los satélites, la velocidad de propagación de sus señales y el tiempo empleado en recorrer el camino hasta el usuario, por triangulación se puede establecer la posición, tal y como se ve en la Figura 2.1.

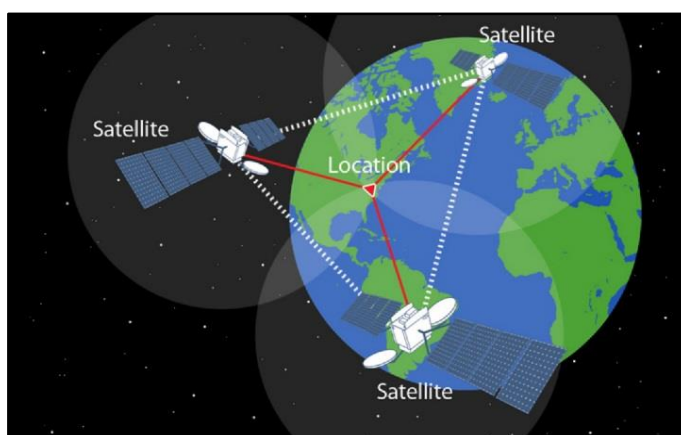


Figura 2.1 Esquema de triangulación de satélites para determinar la posición
Fuente: GPS Total, 2014
Elaboración: El autor

Dentro de las técnicas de posicionamiento satelital, a parte del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), existen otras disponibles tales como Global Navigation Satellite System (GLONASS) de Rusia, el sistema europeo GALILEO y algunos que están en proceso de desarrollo: el Beidou, Compass o BeiDou / Compass Navigation Test System (BNTS) de la República Popular China, el Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) de Japón y el Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) de India. En la Tabla 2.1 se muestran el número de satélites que actualmente se encuentran en órbita.

Tabla 2.1 Número de satélites disponibles para las diferentes constelaciones

CONSTELACIÓN GNSS*	NRO. SATÉLITES DISPONIBLES	NRO. MÁXIMO DISPONIBLE	NRO. MÍNIMO DISPONIBLE
GPS	31	14	8

Tabla 2.1 Número de satélites disponibles para las diferentes constelaciones (continuación)

CONSTELACIÓN GNSS*	NRO. SATÉLITES DISPONIBLES	NRO. MÁXIMO DISPONIBLE	NRO. MÍNIMO DISPONIBLE
GLONASS	23	10	6
GALILEO	7	3	1
BeiDou	14	7	4

GNSS*: Sistemas satelitales de navegación global.

Fuente: Futuro posicionamiento automotriz GNSS en escenarios urbanos. Langley, R. 2016.

Elaboración: El autor

2.3.1. Componentes fundamentales del GPS

El sistema GPS está constituido por 3 segmentos fundamentales: espacial, control y usuario.

2.3.1.1. Segmento espacial

Huerta et al. (2007) mencionan las siguientes características de este segmento:

- Formada por 24 satélites.
- Los satélites se ubican en 6 órbitas planas circulares, con inclinación de 55° respecto al plano del Ecuador y con una distribución aproximadamente uniforme; con 4 satélites en cada órbita.
- Se encuentran aproximadamente a 20180 km de altura.
- Tienen 12 horas de período de rotación (en tiempo sidéreo) u 11 horas y 58 minutos (en tiempo oficial).
- Existen satélites en órbita que están inactivos y en caso de ser necesario se usan como reemplazo.
- Con la constelación completa, se dispone, en cualquier punto y momento, entre 5 y 11 satélites observables, con geometría adecuada.
- El tiempo máximo de observación de un satélite es de hasta 4 horas y 15 minutos.

2.3.1.2. Segmento de control

Dentro de las funciones principales del segmento de control, se encuentra: El monitoreo y control permanente de los satélites con el objeto de determinar y predecir las órbitas y los relojes de a bordo, sincronización de los relojes de los satélites con el tiempo GPS y transmisión a cada satélite de la información procesada (Huerta et al. 2007).

El segmento de control está compuesto por: una estación de control maestra, varias estaciones de monitoreo y antenas terrestres.

Las estaciones de monitoreo poseen coordenadas conocidas y están equipadas con receptores GPS de doble frecuencia L1/L2 y un reloj de cesio. Cuya función es calcular las distancias a los satélites visibles y transmitir las a la estación de control maestra junto con la información meteorológica que presenta cada estación. Con los datos recibidos de las estaciones monitoras, la estación maestra, calcula los parámetros orbitales y los de los relojes y posteriormente los transmite a las antenas terrestres que los transfieren a los satélites a través de un enlace vía banda S (Huerta et al. 2007).

El segmento de control está compuesto por 10 estaciones que se encuentran situadas en: Colorado Springs (EUA), Isla Ascensión (Atlántico Sur), Diego García (Índico), Kwajalein (Pacífico Occidental), Hawaii (Pacífico Oriental), Quito (Ecuador), Buenos Aires (Argentina), Hermitage (Inglaterra), Bahrein (Golfo Pérsico) y Smithfield (Australia).

2.3.1.3. Segmento del usuario

Está conformado por los equipos utilizados para recibir y procesar la señal emitida por los satélites. Estos equipos o instrumentos están integrados fundamentalmente por una antena y un receptor.

Ya en funcionamiento, el receptor permite brindar al operador una amplia y diversa información acerca del proceso de observación, mientras recibe las señales de los satélites. La información que se obtiene puede variar entre los diferentes modelos que existen, pero por lo general se dispone de lo siguiente: satélites localizados, satélites en seguimiento, intensidad de cada señal recibida, condición de cada satélite en seguimiento, posición: longitud, latitud, altitud y la calidad de la geometría de observación (Huerta et al. 2007).

El equipo receptor comprende este segmento de usuario, este equipo se refiere típicamente a un receptor GPS, que procesa las señales de banda L que transmiten los satélites para determinar la PVT (posición, velocidad y tiempo) del usuario. Si bien la determinación PVT es el uso más común, los receptores están diseñados para otras aplicaciones, tales como el cálculo de la altitud (es decir, el rumbo, cabeceo y balanceo) o como una fuente de temporización (Kaplan y Hegarty, 2005).

2.3.2. Fuentes de error en los GPS

La exactitud del GPS depende de una variedad de factores que incluyen la desviación o el retraso de la señal cuando atraviesan la atmósfera, rebote de la señal en edificios o su ocultación debido a la presencia de árboles, baja precisión de los relojes y el ruido en el receptor (Tolosa, Acosta y De Giusti, 2012).

De igual manera Bajaj, Ranaweera y Agrawal (2002) respaldan lo mencionado, puesto que indican que la velocidad de la señal de radio es constante sólo en el vacío, pero se produce una fuente importante de error debido al vapor de agua y otras partículas en la atmósfera, haciendo las señales lentas y retardando la propagación de las mismas. Además de los errores debidos al multitrayecto. Martínez (2011) describe al error de multitrayectoria como la recepción de réplicas reflejadas o difractadas de la señal deseada. Las reflexiones multitrayectoria pueden provocar retardos cortos después de la llegada de la ruta directa, lo cual distorsiona la función de correlación entre las señales recibidas (señal de trayectoria directa y señales de multitrayectoria) y la referencia generada localmente en el receptor. También se distorsiona la fase compuesta por la señal del receptor, introduciendo errores en la pseudodistancia y en las mediciones de la fase de la portadora, produciendo errores de posición, velocidad y tiempo.

Asimismo, se pueden presentar efectos de sombra produciendo atenuación excesiva en la trayectoria directa de la señal. Esto sucede cuando la señal pasa a través de un follaje o una estructura. Estas situaciones se presentan comúnmente en exteriores, tal como se muestra en la Figura 2.2. En algunos casos, la atenuación ocasionada por el efecto sombra puede ser muy grave, por lo que el receptor solo pueda llevar un seguimiento de la señal que recibe por multitrayectoria causando grandes errores de pseudodistancia (Martínez, 2011).

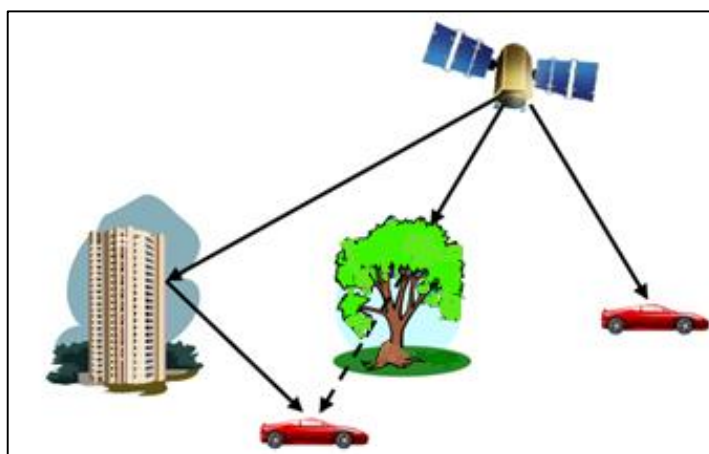


Figura 2.2 Efecto sombra y multitrayectoria

Fuente: Reducción del margen de error de posición en sistemas basados en GPS. Martínez, 2011.

Elaboración: El autor

En exteriores, los árboles y edificios pueden bloquear las señales por debajo de un determinado ángulo de elevación. Por ejemplo, en ambientes urbanos, se puede llegar a bloquear hasta un 97% de las señales (Martínez, 2011).

Otro factor importante son las interferencias de radiofrecuencia que pueden producir degradación de la señal de navegación o la pérdida de la señal del satélite que se está usando.

Estas interferencias pueden ser involuntarias o intencionales y pueden clasificarse como de bandas anchas o estrechas. Existe un nivel de interferencia entre las señales de los satélites, conocido como interferencia intra-sistema, así como una afectación producida por satélites externos (por ejemplo, la producida entre GALILEO y el GPS), denominada interferencia entre sistemas (Martínez, 2011). En general la interferencia de radiofrecuencia tiene un efecto significativo cuando está en la línea de vista del receptor y no existen obstrucciones.

En cuanto a la geometría satelital, se puede decir que mientras más juntos los satélites estén mayor será el área de incertidumbre de ubicación del receptor y por ende aumenta el error. Por lo que se podría decir que cuanto más separados estén los satélites sobre el receptor mayor será la precisión, tal como se observa la Figura 2.3 (Bianchini, Bragachini y Von Martini, 1999).

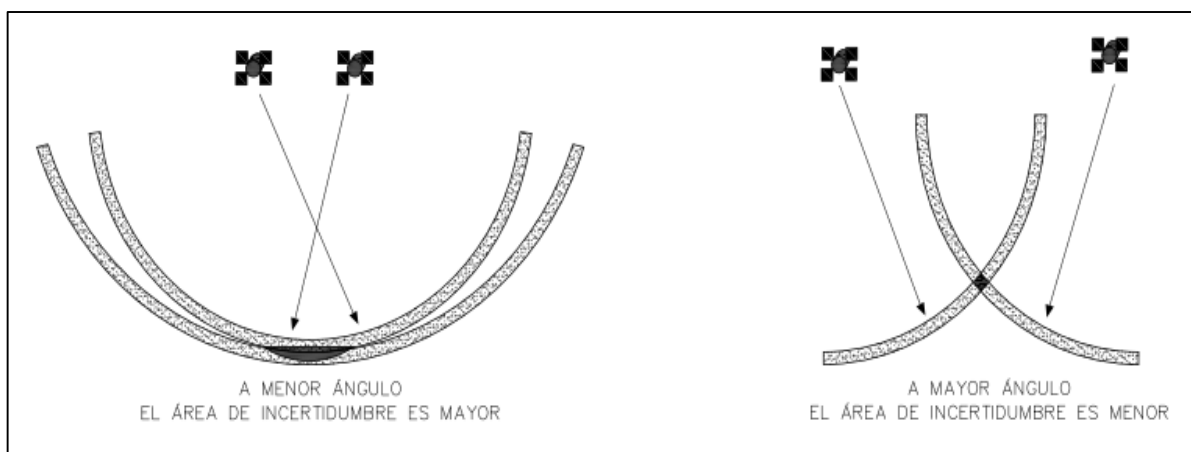


Figura 2.3 Ubicación del receptor
Fuente: Sistemas de Posicionamiento. Bianchini, Bragachini y Martini, 1999.
Elaboración: El autor

En la Tabla 2.2 se describen algunas otras fuentes de error que afectan de forma significativa a los registros del GPS.

Tabla 2.2 Fuentes de error en los GPS

FUENTES DE ERROR	DESCRIPCIÓN
Perturbación ionosférica	La ionósfera está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.
Fenómenos meteorológicos	En la tropósfera, es el lugar donde se originan los fenómenos meteorológicos, el vapor de agua afecta a las señales electromagnéticas disminuyendo su velocidad. Los errores generados son similares en magnitud a los causados por la ionósfera, pero su corrección es prácticamente imposible.
Imprecisión en los relojes	Los relojes atómicos de los satélites presentan ligeras desviaciones a pesar de su cuidadoso ajuste y control; lo mismo sucede con los relojes de los receptores.

Tabla 2.2 Fuentes de error en los GPS (continuación)	
FUENTES DE ERROR	DESCRIPCIÓN
Interferencias eléctricas imprevistas	Las interferencias eléctricas pueden ocasionar correlaciones erróneas de los códigos pseudo-aleatorios o un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita. Pueden ser detectados fácilmente los errores grandes, pero se complica cuando las desviaciones son pequeñas y causan errores de hasta un metro.
Error multisenda	Las señales transmitidas desde los satélites pueden sufrir reflexiones antes de alcanzar el receptor. Los receptores modernos emplean técnicas avanzadas de proceso de señal y antenas de diseño especial para minimizar este error, que resulta muy difícil de modelar al ser dependiente del entorno donde se ubique la antena GPS.
Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A"	Constituye la mayor fuente de error y es introducida deliberadamente por el estamento militar.
Topología receptor-satélites	Los receptores deben considerar la geometría receptor-satélites visibles utilizada en el cálculo de distancias, ya que una determinada configuración espacial puede aumentar o disminuir la precisión de las medidas. Los receptores más avanzados utilizan un factor multiplicativo que modifica el error de medición de la distancia (dilución de la precisión geométrica).

Fuente: Sistema de posicionamiento global (GPS): Descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro. Pozo-Ruz et al. 2000.

Elaboración: El autor

Los errores producidos por el sistema GPS afectan de la misma manera a los receptores que están cerca uno del otro en un radio limitado. Esto implica que los errores están fuertemente correlacionados entre los receptores cercanos. Así, si el error producido en un receptor es conocido, puede ser extendido hacia el resto para hacerles corregir su posición. Este principio es sólo aplicable a receptores que son exactamente los mismos; ya que si son diferentes, las especificaciones cambian para que la señal procesada por un individuo no sea la misma procesado por otro (Tolosa, Acosta y De Giusti, 2012).

Tomando en consideración las zonas forestales se puede decir que la precisión y exactitud del posicionamiento GPS son peores que las logradas en zonas despejadas. Este bajo rendimiento se debe a la topografía, generalmente accidentada, de las zonas forestales y a que los árboles obstaculizan la correcta recepción de la señal de los satélites, e incluso impidiéndola (Fernández, Rodríguez, Castedo y Sanz, 2010). La cubierta forestal afecta a la precisión y a la exactitud debido a la atenuación de la señal (Yoshimura y Hasegawa, 2003) y a la pérdida temporal del ciclo-reloj que se transmite en la señal GPS (Hasegawa y Yoshimura, 2007).

2.3.3. Incertidumbre en localización GPS

A causa de las varias fuentes de error, los receptores GPS posicionan con un cierto grado de incertidumbre. Brindando una estimación de la posición, valor medio, a lo largo de un intervalo

de tiempo con una determinada dispersión. De forma estándar se puede caracterizar esta dispersión mediante el error cuadrático medio (ECM) (Pozo-Ruz et al. 2000).

En receptores GPS/GLONASS y DGPS los errores de posicionamiento, en un intervalo de horas se ajustan a una distribución normal, lo que no sucede con el GPS en modo absoluto debido al error S/A. Para análisis unidimensional, el valor de una medida se encuentra en el intervalo [valor medio +/- 2 (multiplicado por la desviación estándar)] en el 95% de los casos. En el caso bidimensional (ejes norte y este), el porcentaje de dispersión que está dentro de un círculo de radio ECM depende de la distribución, siendo del 98% en el caso circular. Para las medidas GPS y GPS/GLONASS la distribución es elíptica, por lo que se aproxima a una distribución unidimensional con probabilidad asociada del 95% (Pozo-Ruz et al. 2000).

2.3.4. Velocidad obtenida con GPS

El GPS también permite tomar las velocidades de circulación de un vehículo u otros objetos en movimiento en cualquier lugar de la Tierra. Con esta información se pueden realizar diversos estudios dentro de la ingeniería de carreteras.

Los métodos de medición más usados para medir la velocidad, se pueden clasificar desde el punto de vista de la percepción del conductor en intrusivos y no intrusivos. Los métodos intrusivos son aquellos en los cuales el conductor percibe que está siendo observado y por tanto modifica su conducta. En cambio los métodos no intrusivos son aquellos que permiten obtener datos de velocidad sin que el conductor perciba que está siendo medido, por lo cual no modifica sustancialmente su conducta. Dentro de esta categoría se encuentran los dispositivos GPS, que permiten obtener datos de velocidad en largas distancias (Echaveguren, Díaz y Arellano, 2013).

Así mismo los métodos de medición de variables de tráfico basados en GPS se clasifican según en sistemas pasivos y activos. Los sistemas pasivos son aquellos que utilizan GPS de navegación usualmente para el control y seguimiento de flota, como por ejemplo los usados en el transporte de carga y en el transporte público (Li, 2009).

Para determinar la velocidad, se registra los datos de localización de dos puntos (latitud y longitud) y se guarda la información de distancia existente entre ellos. Para posteriormente calcular la distancia x (siguiendo la geometría de la vía) conjuntamente con la diferencia de tiempo t en la cual fueron tomados los puntos y así obtener la velocidad ($v=x/t$) (Bravo, Castro, Bautista, Bocarejo, Rodríguez-Valencia, Pérez-Arteaga y Velázquez, 2013).

Con la tecnología GPS las mediciones obtenidas se las puede analizar de manera más sencilla, puesto que la densidad de datos de velocidad que se puede conseguir es muy

superior a aquella que se obtiene mediante métodos puntuales de medición de velocidad. Dependiendo de la frecuencia del dispositivo GPS (1, 5, 10 o 20 Hz), se pueden obtener entre 30 y 2400 puntos de datos/km a velocidades entre 50 y 120 km/h (Echaveguren y Díaz, 2013).

2.4. GPS en los teléfonos celulares

El sistema de posicionamiento global es una herramienta de gran ventaja, que puede ser aprovechada por una gran variedad de aplicaciones mediante el uso de los teléfonos celulares. Actualmente es utilizada para determinar las rutas y trayectorias de vehículos, rastreo, aplicaciones militares, etc.

Un número cada vez mayor de teléfonos inteligentes vienen con GPS. Este equipo puede proporcionar información de localización más exacta y por lo tanto datos de tráfico más precisos tales como velocidades y tiempos de viaje (Herrera, Work, Herring, Ban, Jacobson y Bayen, 2010).

El GPS del teléfono celular capta las ondas de radio o señales de radiofrecuencia que están formadas por ondas electromagnéticas. Sin embargo, en lugar de comunicarse con las torres celulares, los receptores GPS se comunican con los satélites que se encuentran alrededor de la Tierra (ver Figura 2.4). Para determinar la ubicación, el receptor GPS triangula la localización de las señales de radio enviadas desde al menos tres satélites. El receptor GPS traza una esfera imaginaria alrededor de los tres satélites, creándose dos puntos de intersección entre los satélites. Uno de los puntos de intersección se produce en el espacio y el otro en el suelo. El punto de intersección en el suelo es aquel que indica la ubicación del teléfono celular (Corvelay, 2016).

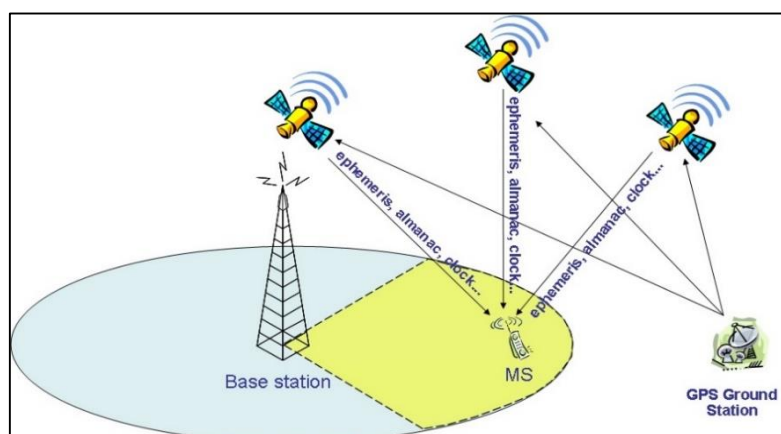


Figura 2.4 Esquema de funcionamiento del GPS en teléfonos celulares

Fuente: Movifacil, 2011.

Elaboración: El autor

La precisión en los datos de velocidad y posición, obtenida por el GPS de un teléfono celular, puede verse afectada cuando el teléfono celular está dentro de un vehículo en movimiento,

puesto que no se tiene una visión clara del cielo debido al terreno, edificaciones o la misma estructura del propio vehículo. De igual manera se puede producir imprecisión debido al movimiento del teléfono celular cuando el vehículo cambia de dirección (Beyeler y Pheanis, 2012).

Para mejorar la precisión del receptor GPS del teléfono celular, se deberá tener una línea de visión clara a los satélites, ya que los bosques y centros urbanos pueden afectar o producir problemas en hacer una buena localización.

Los métodos para determinar la precisión estimada de un GPS pueden diferir entre los diferentes fabricantes o incluso entre distintos modelos de teléfonos del mismo fabricante. Para cada uno de los teléfonos celulares de diferente marca y modelo deberán ser evaluados por la falta de correlación entre la exactitud observada y la exactitud estimada que está presente en los teléfonos móviles con GPS (Zandbergen y Barbeau, 2011).

2.4.1. Posicionamiento híbrido

Los teléfonos inteligentes emplean un sistema de localización híbrida que combina tres tecnologías diferentes: GPS asistido (A-GPS), posicionamiento Wi-Fi y posicionamiento con red celular. Estas tres tecnologías se pueden utilizar en combinación en los teléfonos celulares con el fin de obtener una mejor precisión (tanto en exterior como interior), reducir el consumo de batería y brindar una rápida respuesta.

Cuando no se dispone de una posición A-GPS fiable, el modo de posicionamiento se cambia a Wi-Fi y cuando no se puede obtener una posición Wi-Fi confiable, el modo de posicionamiento se cambia a celular. Tanto para el Wi-Fi como para el posicionamiento celular, el servicio de localización brinda la latitud y longitud pero sin altitud (Zandbergen, 2009).

2.4.1.1. GPS asistido (A-GPS)

El GPS asistido (A-GPS) es una tecnología que mejora el GPS estándar, especialmente en el área de redes de telefonía móvil. En sistemas A-GPS, la información es proporcionada por la red celular que puede ayudar al receptor GPS a conseguir una localización más rápida y más precisa en entornos complicados. Además utiliza información de más de una fuente mientras calcula la posición del dispositivo reduciendo el tiempo requerido para la adquisición de señal, eliminando secciones de espacio de búsqueda de señal (Zandbergen y Barbeau, 2011).

Una desventaja que posee el A-GPS, es que depende de que el operador envíe o no estos datos al dispositivo, y además se incurre en una transferencia de datos, con los posibles

costes para el usuario. Con lo que se puede concluir que para que funcione el A-GPS se debe tener activada la red de datos (Manoli y Rizzi, 2016).

Zandbergen (2009) indica que las ubicaciones de A-GPS obtenidas con el iPhone 3G son mucho menos precisas que las de unidades GPS autónomas regulares con un error medio de 8 metros. En un nuevo estudio realizado por Zandbergen y Barbeau (2011) utilizando la tecnología A-GPS de los teléfonos celulares Sanyo 7050 y Motorola i580, encontraron en diversas condiciones, que los errores muy grandes no son muy comunes. El error horizontal máximo durante las pruebas al aire libre nunca superaron los 30 metros y durante las pruebas en interiores no superaron los 100 metros.

Tao, Manolopoulos, Rodriguez y Rusu (2012) obtuvieron datos estadísticos de los errores de ubicación mediante A-GPS, realizando pruebas de campo en los teléfonos celulares, Sony Ericsson y Nokia. Los datos de localización se recogieron en intervalos de 10 segundos continuamente durante 1 hora, en el área urbana de Estocolmo. El valor cuadrático medio (RMS) encontrado fue de 8,83 m y el 90% de los errores se encontraron por debajo de 18,53 m. Aunque estas mediciones de localización de A-GPS son menos precisas que las de unidades GPS normales, la información puede ser suficiente para su uso en la localización.

El A-GPS proporciona una mejor precisión que el GPS estándar, con un error menor a 15 m cuando los usuarios están al aire libre y un error de 49 m cuando están dentro un edificio (Bajaj, Ranaweera y Agrawal, 2002).

Los valores relativamente grandes en la precisión de coordenadas, son el resultado del redondeo en el procesamiento de los datos del GPS, quizás debido al punto flotante de precisión en el hardware o software que posee el teléfono celular (Zandbergen y Barbeau, 2011). Dado que la mayoría del hardware en un teléfono celular se dedica a otras funcionalidades diferentes a la del GPS; el espacio, el consumo de energía y limitaciones de costos, podrían limitar probablemente las capacidades de procesamiento por parte de los teléfonos móviles a niveles que se asemejen a unidades de GPS autónomas viejas o de bajo costo.

2.4.1.2. Posicionamiento WI-FI (WPS)

El posicionamiento por Wi-Fi (WPS) es un método relativamente nuevo. La principal ventaja del WI-FI, es que funciona en lugares cubiertos e interiores. Esta tecnología se basa en que los routers Wi-Fi emiten una señal con su posición. El teléfono celular escanea las redes Wi-Fi cercanas y calcula la posición triangulando los datos que emiten gratuitamente los routers Wi-Fi (Manoli y Rizzi, 2016).

La cobertura de posicionamiento Wi-Fi es mejor en las zonas densamente pobladas. Los puntos de acceso Wi-Fi se despliegan para uso privado y público para proporcionar cobertura inalámbrica de alta velocidad dentro de edificios y para áreas al aire libre seleccionadas. Como resultado, el posicionamiento Wi-Fi en teoría tiene una excelente cobertura y rendimiento en interiores (Zandbergen, 2009).

Navizon (2007) afirma que el posicionamiento por medio de Wi-Fi alcanza una precisión de 20 a 40 m. Asimismo, Zandbergen (2009) menciona que las ubicaciones Wi-Fi que utiliza el iPhone 3G son menos precisas, con un error medio de 74 m.

2.4.1.3. Posicionamiento de la red celular

El posicionamiento de la red celular triangula su posición basada en las celdas o torres de teléfonos celulares cercanas. Las compañías telefónicas tienen ubicaciones precisas para sus torres de celulares (Cell ID), y cuando se combinan con la señal de los dispositivos se puede utilizar para determinar su ubicación. Esta técnica depende de señales superpuestas de puntos de acceso y torres celulares, por lo que aumenta su precisión en los entornos urbanos (Kurt Menke, 2014). La intensidad de la señal puede variar considerablemente debido al desvanecimiento, topografía, obstáculos y otros factores.

Históricamente para monitorear el movimiento de un vehículo se utilizaba las torres de los teléfonos celulares para determinar la ubicación del teléfono celular, antes de la incorporación del GPS en dispositivos celulares (Herrera, Work, Herring, Ban, Jacobson y Bayen, 2010).

Yim y Cayford (2001) realizaron un experimento de campo para comparar el rendimiento de los teléfonos celulares y dispositivos GPS para la supervisión del tráfico. El estudio concluyó que la tecnología GPS es más precisa que las señales de torre celular para fines de seguimiento. Además, la baja precisión de posicionamiento de los métodos no basados en GPS impide su uso masivo con fines de monitoreo, especialmente en lugares con complejas geometrías de carreteras.

En un estudio se utilizaron tres operadores de celulares diferentes obteniéndose un error medio de 246 m en un entorno urbano denso y 626 m en un entorno rural (Mohr et al. 2008). Zandbergen (2009) comenta que el posicionamiento celular en el iPhone 3G es el método de posicionamiento menos preciso con un error medio de 600 m.

2.4.1.4. Limitaciones

Manoli y Rizzi (2016) indican que hay varias razones por las cuales las lecturas basadas en el posicionamiento híbrido pueden obtener errores y no ser precisas. Algunas fuentes de error incluyen:

- Existen diferentes fuentes de localización: A-GPS, Wi-Fi y posicionamiento de la red celular pueden cada una proveer una ayuda a la ubicación del usuario.
- Movimientos del usuario: debido al cambio de la ubicación del usuario, se debe tener en cuenta la re-estimación de la ubicación cada cierto tiempo.
- Precisión variable: las estimaciones procedentes de cada fuente no son consistentes en su exactitud. Por ejemplo, una ubicación obtenida 10 segundos atrás de una fuente podría ser más precisa que una nueva ubicación obtenida de otra o la misma fuente.

2.4.2. Modos para determinar la ubicación en teléfonos celulares con sistema operativo Android

Los teléfonos celulares con sistema operativo Android poseen tres modos para determinar la ubicación: precisión alta, ahorro de batería y sólo dispositivo.

- Precisión alta: cuando se utiliza este modo, se puede determinar la posición a través de varias redes, es decir, utiliza y combina todas las maneras que tiene el teléfono celular, las mismas que son el GPS, Wi-Fi y redes móviles. Este método es el más preciso que el resto, pero presenta el inconveniente del gasto elevado en la batería, y el control que se somete el usuario al registrarse todos sus movimientos.
- Ahorro de batería: este modo de localización consume menos energía y recursos del teléfono celular, puesto que solo utiliza el Wi-Fi y redes móviles inhabilitando el GPS. Es un método menos exacto que el anterior, pero brinda una posición aproximada.
- Sólo dispositivo: dicho modo solamente usa el GPS incorporado en el teléfono celular para determinar la posición. Presenta la ventaja de funcionar en sitios donde no existen o es limitado el Wi-Fi y redes móviles, se debe tener en cuenta que gastará un mayor porcentaje de batería que el modo ahorro de batería pero menos que el de alta precisión.

2.4.3. Usos más comunes de los teléfonos celulares con GPS

Se ha hecho más frecuente el manejo de teléfonos celulares con GPS, ya que brindan varios servicios que benefician al usuario. Dentro de los usos más generales de estos equipos se encuentran los siguientes:

Guía de orientación: Los teléfonos celulares GPS, pueden funcionar como un GPS tradicional mostrando el camino exacto de un sitio a otro en tiempo real, y al mismo tiempo usar el servicio de voz para indicar los detalles de las rutas. Hacen uso de una base de datos que contiene mapas, y que por lo general se actualizan de forma continua. Además de proveer las direcciones de diferentes ciudades o incluso países, pueden brindar información acerca de rutas de senderismo, montañismo y otras actividades similares (Electrónica básica, 2014).

Localizador: Permiten conocer la ubicación precisa donde se encuentra el teléfono celular.


2.5. Aplicaciones de teléfonos celulares para determinar la velocidad

Los avances recientes en la tecnología móvil, permiten soportar aplicaciones de software para estimar la ubicación. Existe hoy en día una variedad de aplicaciones para teléfono celular destinadas a obtener la velocidad de circulación de un vehículo mediante el uso del GPS, las mismas que presentan diversas características. Algunas de las aplicaciones que presentan un mayor costo/beneficio se mencionan en la Tabla 2.3, de las cuales se escogerá la más apropiada para el desarrollo de la investigación.

Tabla 2.3 Aplicaciones que permiten determinar la velocidad mediante el uso de GPS para el sistema Android

ICONO	APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
	AutoBoy Dash Cam – BlackBox	Es una aplicación que permite hacer una grabación continua de la ruta en alta calidad. Hace uso del GPS para monitorear la ubicación y la posición, así como también la velocidad en que circula el vehículo.
	DailyRoads Voyage	Esta aplicación trabaja como una caja negra de automóvil, cámara de panel o video grabadora de automóvil, grabando videos y fotos continuamente durante los viajes. Además los videos o fotos obtenidas son georreferenciadas y se puede visualizar la velocidad, altitud, fecha, hora y las coordenadas GPS.
	GPS ligero (GPSLogger)	Esta aplicación registra las coordenadas GPS a intervalos específicos de tiempo en un archivo que se guarda en la tarjeta SD. Está diseñada para ejecutarse durante mucho tiempo sin la necesidad de conexión de datos.
	Speed View GPS	Esta aplicación puede realizar un seguimiento de la velocidad, distancia, tiempo, lugar y también se puede obtener el tiempo de inicio, tiempo transcurrido, velocidad promedio, velocidad máxima y altitud. Hace uso del GPS para integrar un mapa donde muestra la posición y permite guardar la información de las rutas realizadas.

Tabla 2.3 Aplicaciones que permiten determinar la velocidad mediante el uso de GPS para el sistema Android (continuación)

ICONO	APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
	GPS Speed	Esta aplicación permite registrar la velocidad, distancia, tiempo, lugar y también se puede obtener el tiempo de inicio, tiempo transcurrido, velocidad promedio, velocidad máxima y altitud.
	Speedometer GPS HD	Esta aplicación facilita mostrar más información dentro de la pantalla, tal como el número de satélites, gráficas del registro de las velocidades, la distancia, el tiempo, la ubicación y también puede obtener la hora de inicio, hora final, velocidad promedio, velocidad máxima.

Fuente: Google Play, 2016.

Elaboración: El autor

El desarrollo de aplicaciones que utilizan el servicio de ubicación híbrida es relativamente fácil. Desde el lanzamiento del iPhone 3G en julio de 2008 ha habido un aumento dramático en el número de aplicaciones que utilizan el servicio de ubicación (Zandbergen, 2009).

2.6. Resumen y conclusiones

En este capítulo se analizaron investigaciones sobre los Sistemas de Navegación por Satélite (GNSS), el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y sus componentes fundamentales, fuentes de error e incertidumbre en la localización mediante GPS, obtención de velocidad mediante GPS, GPS en teléfonos celulares y aplicaciones de teléfono celular para determinar la velocidad.

Se pueden obtener datos precisos de la velocidad haciendo uso de los sistemas de posicionamiento global (GPS), sin embargo existen variables o fuentes de error que deben ser considerados: perturbación ionosférica, fenómenos meteorológicos, imprecisión en los relojes de los satélites y receptores, interferencias eléctricas imprevistas, error multisenda, interferencia "disponibilidad selectiva S/A" y topología receptor-satélites.

Por medio del receptor GPS de los teléfonos celulares y haciendo uso de aplicaciones para los mismos, se puede obtener la velocidad de circulación de un vehículo en movimiento o en reposo. Dentro de las aplicaciones que presentan un mayor costo/beneficio se encuentran: AutoBoy Dash Cam – BlackBox, DailyRoads Voyage, GPS ligero (GPSLogger), Speed View GPS, GPS Speed, Speedometer GPS HD.

CAPÍTULO III
PLAN EXPERIMENTAL

3.1. Introducción

En este capítulo se describe la selección de las aplicaciones y teléfonos celulares, y un análisis estático y dinámico para el desarrollo del plan experimental. El análisis estático permitirá encontrar el rango de error que tienen las aplicaciones con el uso de teléfonos celulares en estático (sin movimiento) y el dinámico permitirá realizar la comparación entre el equipo de Video VBOX Lite y aplicaciones de teléfono celular.

Primeramente se partió de un análisis preliminar con las aplicaciones y teléfonos celulares en forma dinámica. El análisis preliminar se estableció con el propósito de identificar las variables independientes influyentes sobre los errores de velocidad. Así mismo para observar si las aplicaciones conjuntamente con los teléfonos celulares utilizados brindan un buen funcionamiento en lo concerniente a la recolección de datos. Cabe indicar que el análisis preliminar se realizó debido a la poca información que se tiene acerca del comportamiento de los equipos que poseen un receptor GPS con respecto a las variables independientes que presentan los tramos. La información correspondiente al análisis preliminar se puntualiza en el anexo A.

3.2. Selección de teléfonos celulares y aplicaciones

Se seleccionaron los mismos teléfonos celulares utilizados en el análisis preliminar, los cuales fueron un Samsung Galaxy S6 y un Galaxy A5. Se escogió dos diferentes teléfonos celulares con la finalidad de identificar las posibles diferencias en la toma de datos entre ambos. Estos pertenecen a la compañía Samsung, ya que es una de las marcas más vendidas a nivel mundial (Strategy Analytics, 2017).

Asimismo las aplicaciones escogidas para este análisis son las mismas que se utilizaron en el análisis preliminar dado a su buen funcionamiento y operatividad. Las aplicaciones de teléfono celular se las obtuvo de Google Play Store, que es una plataforma digital de aplicaciones móviles para dispositivos que poseen un sistema operativo Android, puesto que para esta investigación los teléfonos celulares que se utilizaran poseen este sistema.

Las aplicaciones seleccionadas para la recolección de datos en la presente investigación fueron las siguientes:

- GPS Speed, muestra una interfaz sencilla de comprender y utilizar, con gráficas representativas de los datos. Permite realizar un seguimiento de las velocidades obtenidas en las diferentes rutas, registrando la velocidad a un cierto intervalo de tiempo. La información recolectada se graba en un archivo con formato GPX, donde se almacena datos de localización (mapas), permitiendo organizar la información con mayor facilidad.

- GPSLogger, registra las coordenadas GPS y velocidad de circulación de un vehículo a intervalos específicos de tiempo y distancia. Los archivos pueden ser guardados en formato GPX o KML en la memoria interna del teléfono celular.

Ambas aplicaciones pueden trabajar con o sin internet móvil (datos).

3.3. Análisis estático

Se realizó una recolección de datos en estático para determinar la precisión de los teléfonos celulares y sus aplicaciones, con un punto ya referenciado mediante un proceso más exacto.

Este punto de control geodésico se encuentra ubicado en:

- Provincia: Loja
- Cantón: Loja
- Sector: San Cayetano Alto
- Coordenadas: Norte: 9558918,616 m
Este: 699976,824 m
Elevación: 2129,327 m

Para la recolección de datos se aplicó el siguiente procedimiento:

- Se instalaron las aplicaciones en ambos teléfonos celulares.
- Se configuró la aplicación GPS Speed para que obtenga registros cada un segundo, mientras que la aplicación GPSLogger guardó los datos de velocidad aleatoriamente sin un rango específico de tiempo.
- Para el registro de datos, los teléfonos celulares se colocaron sobre el punto de coordenadas conocido de manera horizontal. Cabe mencionar que como los datos obtenidos son en estático serán datos de posición y no de velocidad.
- Se tomaron registros durante dos semanas de lunes a sábado. La primera semana se utilizó únicamente el teléfono celular Galaxy S6 y en la segunda semana el teléfono celular Galaxy A5.
- Los registros fueron realizados entre las 9:00 a 12:00 horas de la mañana. Sin presencia de lluvia.
- Se utilizó el modo de ubicación del teléfono celular llamado precisión alta.
- Ambos teléfonos celulares tenían colocado el chip de telefonía celular de la empresa Claro.
- Cada día se realizaron 3 registros (denominados submodos) con cada aplicación y una duración de 20 minutos cada uno. El primer registro consistió en tomar la información utilizando solamente el teléfono celular con su chip instalado, para el segundo se activó

la opción de internet móvil (datos) y en el tercero se desactivó el internet móvil y se encendió el Wi-Fi del teléfono celular pero sin conectarse a una red Wi-Fi cercana. Este procedimiento se efectuó primero utilizando la aplicación GPS Speed y luego la aplicación GPSLogger. En la Figura 3.1 se muestra a mayor detalle los registros mencionados.

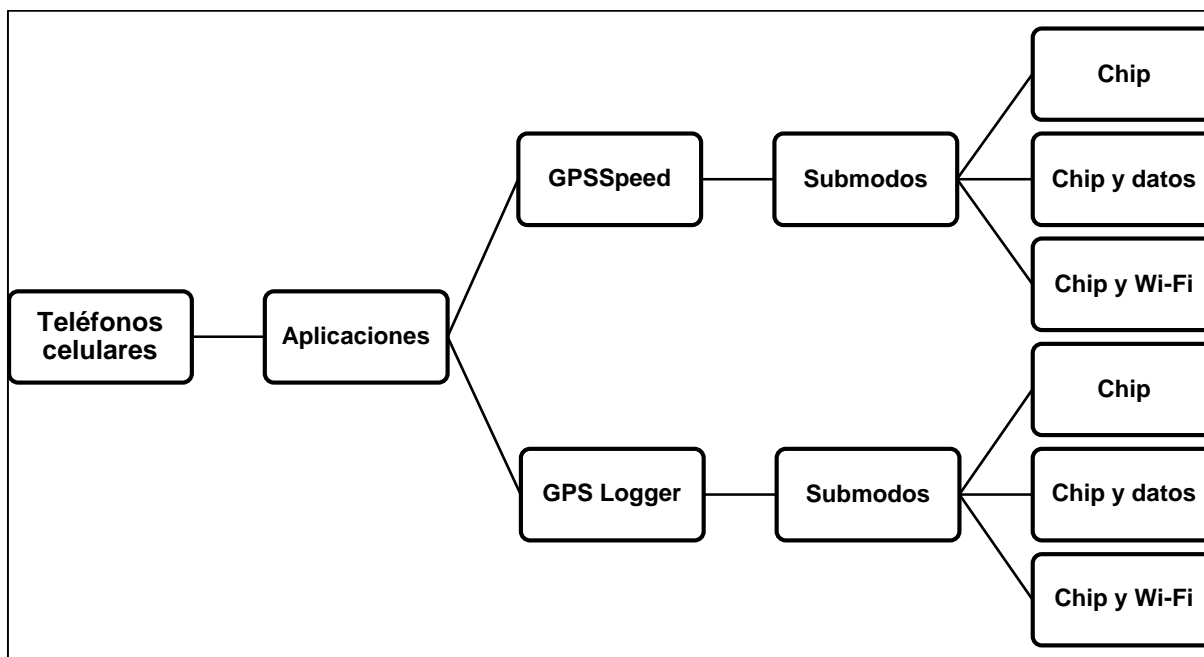


Figura 3.1 Proceso de recolección de datos para el análisis estático

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

3.4. Análisis dinámico

Este análisis se realizó con el propósito de cumplir los objetivos propuestos de esta investigación. Este se compone de las variables independientes consideradas, selección de los tramos de estudio, equipo de medición de medición de la velocidad y recolección de datos en campo tanto de las variables independientes como dependientes.

3.4.1. Variables independientes consideradas

Estas variables son casi las mismas que se utilizaron en el análisis preliminar, no obstante se eliminaron aquellas que no influyeron significativamente en la recolección de datos. En la Tabla 3.1 se muestran las 28 variables independientes consideradas y su respectivo símbolo.

Tabla 3.1 Variables independientes utilizadas en el estudio

Nro.	Variables independientes	Simbología
1	Número de casas de 1 piso lado derecho	(nc1d)
2	Número de casas de 2 pisos lado derecho	(nc2d)
3	Número de casas de 3 pisos lado derecho	(nc3d)
4	Número de casas de 4 pisos lado derecho	(nc4d)
5	Número de casas de 5 pisos lado derecho	(nc5d)

Nro.	Variables independientes	Simbología
6	Número de casas de 6 pisos lado derecho	(nc6d)
7	Número de casas de 7 pisos lado derecho	(nc7d)
8	Número de casas de 1 piso lado izquierdo	(nc1i)
9	Número de casas de 2 pisos lado izquierdo	(nc2i)
10	Número de casas de 3 pisos lado izquierdo	(nc3i)
11	Número de casas de 4 pisos lado izquierdo	(nc4i)
12	Número de casas de 5 pisos lado izquierdo	(nc5i)
13	Número de casas de 6 pisos lado izquierdo	(nc6i)
14	Número de casas de 7 pisos lado izquierdo	(nc7i)
15	Número de árboles grandes lado derecho	(nagd)
16	Número de árboles medianos lado derecho	(namd)
17	Número de postes con cables lado derecho	(npcd)
18	Número de árboles grandes lado izquierdo	(nagi)
19	Número de árboles medianos lado izquierdo	(nami)
20	Número de postes con cables lado izquierdo	(npci)
21	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho	(amiagd)
22	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo	(amiagi)
23	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho	(amiamd)
24	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo	(amiami)
25	Altura media de influencia de casas lado derecho	(amicd)
26	Área de influencia de casas lado derecho	(aicd)
27	Altura media de influencia de casas lado izquierdo	(amici)
28	Área de influencia de casas lado izquierdo	(aici)

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

3.4.2. Selección de los tramos de estudio

Para la selección de los tramos de estudio se tomó en cuenta las variables independientes escogidas. En total se eligieron 51 tramos de estudio en calles urbanas de la ciudad de Loja. En la Tabla 3.2 se detalla cada uno de los tramos elegidos.

Tabla 3.2 Tramos de estudio

TRAMOS	CALLE PRINCIPAL	DE	HASTA
TRAMO 1	Sucre	Celica	Cariamanga
TRAMO 2	Sucre	Cariamanga	Catacocha
TRAMO 3	Sucre	Catacocha	Lourdes
TRAMO 4	Sucre	Lourdes	Mercadillo
TRAMO 5	Mercadillo	Sucre	Bolívar
TRAMO 6	Mercadillo	Bolívar	Bernardo Valdivieso
TRAMO 7	Bernardo Valdivieso	Mercadillo	Azuay
TRAMO 8	Bernardo Valdivieso	Azuay	Miguel Riofrío
TRAMO 9	Miguel Riofrío	Bernardo Valdivieso	Olmedo
TRAMO 10	Miguel Riofrío	Olmedo	Juan José Peña

Tabla 3.2 Tramos de estudio (continuación)			
TRAMOS	CALLE PRINCIPAL	DE	HASTA
TRAMO 11	Miguel Riofrío	Juan José Peña	Pasaje sinchona
TRAMO 12	Miguel Riofrío	Pasaje Sinchona	24 de Mayo
TRAMO 13	Miguel Riofrío	24 de Mayo	Macará
TRAMO 14	Miguel Riofrío	Macará	Av. Orillas del Zamora
TRAMO 15	Av. Orillas del Zamora	Miguel Riofrío	Vicente Rocafuerte
TRAMO 16	Av. Orillas del Zamora	Vicente Rocafuerte	10 de Agosto
TRAMO 17	Av. Orillas del Zamora	10 de Agosto	Prol. 24 de Mayo
TRAMO 18	Prol. 24 de Mayo	Av. Orillas del Zamora	Zoilo Rodríguez
TRAMO 19	Zoilo Rodríguez	Prol. 24 de Mayo	Clodoveo Carrión
TRAMO 20	Clodoveo Carrión	Zoilo Rodríguez	Pasaje Santiago
TRAMO 21	Clodoveo Carrión	Pasaje Santiago	Segundo Cueva Celi
TRAMO 22	Clodoveo Carrión	Segundo Cueva Celi	Av. Orillas del Zamora
TRAMO 23	Av. Orillas del Zamora	Clodoveo Carrión	Juan de Salinas
TRAMO 24	Juan de Salinas	Av. Orillas del Zamora	Bolívar
TRAMO 25	Juan de Salinas	Bolívar	Sucre
TRAMO 26	Juan de Salinas	Sucre	18 de Noviembre
TRAMO 27	18 de Noviembre	Juan de Salinas	José Félix de Valdivieso
TRAMO 28	18 de Noviembre	José Félix de Valdivieso	Quito
TRAMO 29	18 de Noviembre	Quito	Imbabura
TRAMO 30	18 de Noviembre	Imbabura	Colón
TRAMO 31	18 de Noviembre	Colón	José Antonio Eguiguren
TRAMO 32	José Antonio Eguiguren	18 de Noviembre	Av. Manuel Agustín Aguirre
TRAMO 33	Av. Manuel Agustín Aguirre	José Antonio Eguiguren	10 de Agosto
TRAMO 34	Av. Manuel Agustín Aguirre	10 de Agosto	Vicente Rocafuerte
TRAMO 35	Av. Manuel Agustín Aguirre	Vicente Rocafuerte	Miguel Riofrío
TRAMO 36	Av. Manuel Agustín Aguirre	Miguel Riofrío	Azuay
TRAMO 37	Azuay	Av. Manuel Agustín Aguirre	Lauro Guerrero
TRAMO 38	Azuay	Lauro Guerrero	Ramón Pinto
TRAMO 39	Ramón Pinto	Azuay	Mercadillo
TRAMO 40	Mercadillo	Ramón Pinto	José María Peña
TRAMO 41	Mercadillo	José María Peña	Nicolás García
TRAMO 42	Av. Pio Jaramillo	Mercadillo	Tnte. Maximiliano Rodríguez
TRAMO 43	Av. Pio Jaramillo	Tnte. Maximiliano Rodríguez	Venezuela
TRAMO 44	Av. Pio Jaramillo	Venezuela	España
TRAMO 45	Av. Pio Jaramillo	España	México
TRAMO 46	Av. Pio Jaramillo	México	Brasil
TRAMO 47	Av. Pio Jaramillo	Brasil	Cuba
TRAMO 48	Av. Pio Jaramillo	Cuba	Chile
TRAMO 49	Av. Pio Jaramillo	Chile	Av. Manuel Benjamín Carrión
TRAMO 50	Av. Pio Jaramillo	Av. Manuel Benjamín Carrión	Jhon F. Kennedy
TRAMO 51	Av. Pio Jaramillo	Jhon F. Kennedy	Av. Gobernación de Mainas

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En cada tramo también se recolectó las siguientes características: el número de carriles que se presenta por tramo, la existencia de estacionamiento, presencia de acera, presencia de

parterre y sentido de dirección del tramo. En la Tabla 3.3 se presentan las características mencionadas.

Tabla 3.3 Características de los tramos de estudio

TRAMOS	Números de carriles	Presencia de estacionamiento	Presencia de acera	Presencia de parterre	Sentido
TRAMO 1	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 2	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 3	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 4	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 5	1	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 6	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 7	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 8	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 9	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 10	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 11	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 12	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 13	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 14	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 15	4	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 16	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 17	5	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 18	4	2	2	0	Bidireccional
TRAMO 19	2	0	2	0	Bidireccional
TRAMO 20	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 21	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 22	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 23	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 24	4	2	2	0	Bidireccional
TRAMO 25	4	2	2	0	Bidireccional
TRAMO 26	4	2	2	0	Bidireccional
TRAMO 27	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 28	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 29	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 30	4	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 31	2	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 32	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 33	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 34	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 35	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 36	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 37	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 38	4	2	2	0	Unidireccional
TRAMO 39	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 40	2	0	1	1	Unidireccional
TRAMO 41	2	0	1	1	Unidireccional
TRAMO 42	2	0	1	1	Unidireccional
TRAMO 43	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 44	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 45	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 46	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 47	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 48	3	1	1	1	Unidireccional

TRAMOS	Números de carriles	Presencia de estacionamiento	Presencia de acera	Presencia de parterre	Sentido
TRAMO 49	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 50	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 51	3	1	1	1	Unidireccional

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Con la finalidad de simplificar y optimizar recursos se eligió un circuito de estudio, el cual está conformado por los 51 tramos anteriormente elegidos. Este circuito tiene una longitud aproximada de 6,4 Km y según las condiciones de tráfico el tiempo de recorrido puede estar comprendido entre 24 a 30 minutos. En la Figura 3.2 se indica el circuito de estudio.

Las razones por la cual se escogió este circuito, fueron las siguientes:

- Presencia de las variables independientes.
- Posee características de entorno necesarias para la realización del estudio.



Figura 3.2 Circuito de recolección de datos

Fuente: Google Maps

Elaboración: El autor

En la Figura 3.2 se presenta el circuito de estudio, donde se distinguen dos puntos de interés. El punto A representa el inicio de la ruta en la intersección de la calle Celica y Sucre, el cual se dirige hacia el norte de la ciudad y el punto B es donde finaliza el recorrido en la intersección de Avenida Pio Jaramillo y la Avenida Gobernación de Mainas. Este circuito permitirá una mayor facilidad en la ejecución de los recorridos y obtención de registros continuos de velocidad.

3.4.3. Equipo de medición de velocidad

El equipo que se utilizó para la recolección de datos de velocidad es el Video VBOX Lite, mostrado en la Figura 3.3. Este equipo dispone de un potente registrador de datos GPS con un grabador de video de alta calidad, que tiene varias cámaras y la combina con una superposición gráfica en tiempo real, el video resultante se envía a una tarjeta SD como un archivo MPEG-4 con calidad de DVD.

De igual forma registra los siguientes parámetros de serie junto con el archivo de video: satélites, hora, latitud, longitud, velocidad, rumbo, altura, velocidad vertical, entre otros. El software del VBOX permite ver el vídeo grabado y analizar todos los parámetros que han sido tomados. La velocidad de registro del Video VBOX LITE es de 10 muestras por segundo, lo cual permite realizar la captura de eventos rápidos como un deporte, vehículo en un circuito, un esquiador o incluso un ciclista de montaña (Racelogic, 2009). El equipo captura información en movimiento de 8 satélites, con lo cual se obtiene una precisión razonable prescindiendo de estaciones base para efectuar correcciones. El equipo permite obtener cada 0,1 s, información de distancia (con una precisión de 0,05 %), velocidad con una precisión de 0,2 km/h y heading con una precisión de 0,5° (García, 2013).



Figura 3.3 Equipo de Video VBOX Lite
Fuente: Racelogic, 2009.
Elaboración: El autor

3.4.4. Trabajo de campo

El propósito de trabajo de campo fue la recolección de información acerca de las variables independientes que se presentan en los tramos de calles escogidos anteriormente. Además

la obtención de datos de la variable dependiente (velocidad de circulación) a través de las aplicaciones con los teléfonos celulares, y también con el equipo de video VBOX Lite.

3.4.4.1. Recolección de datos de las variables independientes

La información acerca de la recolección de datos de las variables independientes se encuentra en el anexo B.

Se consideró la presencia de casas a lado derecho e izquierdo de cada tramo de estudio, las casas se dividieron por el número de pisos que están poseen, en este caso de 1 piso, 2 pisos, 3 pisos, 4 pisos, 5 pisos, 6 pisos y 7 pisos. En el anexo B.1 se indican el número de casas a lado derecho e izquierdo de los tramos.

Debido a la presencia de árboles de diferentes alturas se dividió en: arboles grandes (altura > 5 m), medianos (altura comprendida entre 1 a 4 m). Asimismo se consideró el número de árboles grandes, medianos y número postes con cables a lado derecho e izquierdo de los tramos respectivos (ver anexo B.2).

Mediante el uso de una cinta métrica se realizó la medición del ancho de calzada, ancho de acera tanto al lado derecho como al izquierdo del tramo y ancho de parterre en los tramos que exista. Además, se obtuvo la altura de las casas ubicadas al lado derecho y lado izquierdo del tramo. En el anexo B.3 se indican las características mencionadas.

3.4.4.2. Recolección de datos de la variable dependiente

Para la recolección de los datos de velocidad de circulación del vehículo, se utilizaron las aplicaciones GPS Speed y GPSLogger, y los teléfonos celulares Samsung Galaxy S6 y Samsung Galaxy A5. Y además para el análisis dinámico se incorporó el equipo de Video VBOX Lite.

Los recorridos fueron realizados durante la noche, sin presencia de lluvia y fuera de las horas pico con el fin de evitar la congestión vehicular. Todos los recorridos se efectuaron con el mismo vehículo.

Para la recolección de datos de velocidad se realizó lo siguiente:

- Las aplicaciones fueron instaladas previamente a los dos teléfonos celulares.
- Se instaló el equipo de Video VBOX Lite en el vehículo.
- Se mantuvieron las mismas configuraciones efectuadas en el análisis estático para las aplicaciones. El registro de datos del equipo de Video VBOX Lite fue de 0,1 segundos.
- En cada recorrido se utilizó el equipo de Video VBOX Lite, lo que se modificaba era la aplicación, el uso de datos y el teléfono celular.

- Para iniciar la toma de datos en cada recorrido se encendían las aplicaciones y se esperaba unos segundos para que los teléfonos celulares conjuntamente con las aplicaciones recepten la señal de los satélites, al igual que el equipo de Video VBOX Lite.
- Se realizaron 4 recorridos por cada teléfono celular: dos recorridos fueron sin uso de internet móvil, utilizando la aplicación GPS Speed y luego la aplicación GPSLogger; y otros dos recorridos con el uso del internet móvil en ambas aplicaciones.
- Al finalizar cada recorrido del circuito en estudio, la información se guardaba en la tarjeta de memoria micro SD instalada en el equipo de Video VBOX Lite y en el caso de los teléfonos celulares en su memoria interna.

En la Tabla 3.4 se encuentra la secuencia de los recorridos realizados con la fecha, hora de inicio, equipo, aplicación y uso de datos.

Tabla 3.4 Información de los recorridos realizados

Recorridos	Fecha	Hora de inicio (hh:mm:ss)	Equipos		Aplicación	Uso de datos
Primer recorrido	28/03/2017	21:11:12	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPS Speed	No
Segundo recorrido	28/03/2017	21:32:30	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPSLogger	No
Tercer recorrido	28/03/2017	21:52:09	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPS Speed	Si
Cuarto recorrido	28/03/2017	22:10:47	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPSLogger	Si
Quinto recorrido	28/03/2017	22:27:25	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPS Speed	No
Sexto recorrido	28/03/2017	22:43:01	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPSLogger	No
Séptimo recorrido	28/03/2017	22:58:55	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPS Speed	Si
Octavo recorrido	28/03/2017	23:14:48	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPSLogger	Si

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

3.5. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó una descripción del análisis estático y dinámico considerados para el desarrollo del plan experimental. Previamente se realizó la selección de los teléfonos celulares (Galaxy S6 y Galaxy A5) y de las aplicaciones (GPS Speed y GPSLogger). En el análisis estático se indicó el proceso utilizado para recolectar los datos en estático por medio de las aplicaciones seleccionadas. Para el análisis dinámico se presentaron las variables independientes elegidas, selección de los tramos de estudio, equipo de medición de velocidad y el trabajo de campo realizado. Primeramente se determinaron 51 tramos de estudio de calles de urbanas que conforman un circuito, dentro de una zona urbana de la ciudad de Loja, Ecuador. El circuito se seleccionó de manera que comprenda todos los tramos elegidos, facilite la realización de los recorridos y permita adquirir datos continuos de velocidad. El equipo de medición utilizado fue el Video VBOX Lite, este equipo dispone de un registrador

de datos GPS y cámaras integradas que permiten realizar grabaciones en video de los recorridos. Posteriormente se describió el trabajo de campo realizado para recolectar la información de las variables independientes y dependientes. Para las variables dependientes se utilizó el equipo de Video VBOX Lite conjuntamente con las aplicaciones consideradas.

CAPÍTULO IV
PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1. Introducción

En este capítulo se presenta el procesamiento de los datos estáticos obtenidos durante 6 días en el campo, con el objetivo de elaborar las tablas de error horizontal de los teléfonos celulares con las aplicaciones. Además se realiza el procesamiento de datos dinámicos: variables independientes que influyen en la obtención de la velocidad de circulación y las variables dependientes.

4.2. Procesamiento de datos estáticos

Para el procesamiento de los datos estáticos se realizó lo siguiente:

- Los datos de posición registrados con las aplicaciones de los teléfonos celulares se enviaron a un computador mediante conexión USB. Las aplicaciones guardan los archivos en formato GPX.
- Los archivos GPX se convirtieron en texto a través de la herramienta GPS Visualizer, la misma que permite visualizar los archivos GPX y descargarlos como archivos de texto, para luego ser exportados a Microsoft Office Excel (2013). Dentro de estos archivos se tienen las coordenadas geográficas, la hora de registro y la velocidad en Km/h de cada uno de los puntos.
- Las aplicaciones de los teléfonos celulares registran la posición en coordenadas geográficas, pero para esta investigación se transformaron al sistema de coordenadas UTM.
- Las coordenadas obtenidas en cada registro se compararon con el punto de coordenadas conocido, para determinar la magnitud del error de las aplicaciones con los teléfonos celulares.
- Posteriormente se determinó el número de datos obtenidos en cada registro, error mínimo, error máximo, error medio y raíz del error cuadrático medio o RMSE (Root Mean Squared Error).
- Para determinar el RMSE se aplicó la formula siguiente:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_t - B_t)^2} \quad (4.1)$$

Donde:

RMSE: Raíz del Error Cuadrático Medio,

A_t: Datos de la variable 1 para una condición t,

B_t: Datos de la variable 2 para una condición t,

n: Total de datos.

En las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 se indican los resultados de error horizontal de los teléfonos celulares y aplicaciones con respecto al punto de control.

Tabla 4.1 Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy S6 y aplicación GPS Speed

Unidad	Aplicación	Días	Submodos	Número de datos	Error Horizontal (metros)			
					Mínimo	Máximo	Medio	RMSE
Galaxy S6	GPS Speed	Lunes	Chip	1200	14,71	14,71	14,71	14,71
			Chip y datos	1201	4,63	6,43	4,64	4,64
			Chip y Wi-Fi	1200	0,86	4,69	1,11	1,13
		Martes	Chip	1201	1,36	4,49	1,40	1,42
			Chip y datos	1201	1,73	6,07	1,94	1,95
			Chip y Wi-Fi	1200	1,05	19,87	1,38	1,83
		Miércoles	Chip	1201	1,08	18,95	3,14	3,32
			Chip y datos	1200	1,42	6,43	1,75	1,77
			Chip y Wi-Fi	1201	1,21	3,61	1,24	1,26
		Jueves	Chip	1200	4,42	7,22	5,08	5,08
			Chip y datos	1201	8,07	41,27	8,35	8,72
			Chip y Wi-Fi	1201	0,96	0,96	0,96	0,96
		Viernes	Chip	1201	11,01	18,75	11,20	11,23
			Chip y datos	1201	5,63	18,88	6,46	6,51
			Chip y Wi-Fi	1200	0,38	5,06	0,82	0,85
		Sábado	Chip	1201	7,54	17,82	8,43	8,76
			Chip y datos	1201	0,26	19,37	8,80	8,84
			Chip y Wi-Fi	1200	3,04	44,21	4,02	4,57

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla 4.2 Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy S6 y aplicación GPSLogger

Unidad	Aplicación	Días	Submodos	Número de datos	Error Horizontal (metros)			
					Mínimo	Máximo	Medio	RMSE
Galaxy S6	GPSLogger	Lunes	Chip	617	0,91	23,77	1,63	2,16
			Chip y datos	623	0,70	28,69	2,07	2,95
			Chip y Wi-Fi	632	0,60	40,69	1,08	3,65
		Martes	Chip	601	1,04	17,52	1,35	1,51
			Chip y datos	617	2,18	8,10	2,21	2,23
			Chip y Wi-Fi	623	0,35	23,77	0,90	3,26
		Miércoles	Chip	616	0,56	9,54	2,67	2,70
			Chip y datos	630	0,16	23,77	0,76	1,60
			Chip y Wi-Fi	614	3,63	23,77	4,22	5,13
		Jueves	Chip	627	0,90	7,43	0,94	1,03
			Chip y datos	653	2,16	17,84	2,89	3,20
			Chip y Wi-Fi	607	1,33	9,52	4,02	4,03
		Viernes	Chip	614	2,18	9,06	2,83	2,84
			Chip y datos	641	2,15	17,52	3,45	3,54
			Chip y Wi-Fi	649	2,12	28,69	3,14	5,90
		Sábado	Chip	622	1,09	28,69	2,76	3,15
			Chip y datos	612	0,72	10,42	0,79	0,99
			Chip y Wi-Fi	633	0,60	28,69	2,12	4,58

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla 4.3 Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPS Speed

Unidad	Aplicación	Días	Submodos	Número de datos	Error Horizontal (metros)			
					Mínimo	Máximo	Medio	RMSE
Galaxy A5	GPS Speed	Lunes	Chip	1200	3,03	46,03	4,10	5,59
			Chip y datos	1200	0,13	5,32	2,98	3,13
			Chip y Wi-Fi	1201	0,94	1,95	1,59	1,62
		Martes	Chip	1200	0,19	4,72	2,74	2,79
			Chip y datos	1201	0,84	13,92	2,77	2,80
			Chip y Wi-Fi	1200	1,29	2,65	1,73	1,75
		Miércoles	Chip	1200	3,53	17,06	3,99	4,04
			Chip y datos	1200	1,17	4,77	3,25	3,25
			Chip y Wi-Fi	1201	1,51	2,86	1,86	1,87
		Jueves	Chip	1200	1,95	19,15	4,87	5,36
			Chip y datos	1199	0,29	23,89	3,31	3,40
			Chip y Wi-Fi	1201	1,50	14,46	1,62	1,67
		Viernes	Chip	1201	4,61	12,28	7,34	7,48
			Chip y datos	1200	1,97	8,07	3,31	3,32
			Chip y Wi-Fi	1200	2,25	3,17	2,45	2,45
		Sábado	Chip	1200	6,90	17,54	7,97	8,01
			Chip y datos	1183	0,41	14,58	4,17	4,37
			Chip y Wi-Fi	1200	0,23	3,78	0,82	1,20

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla 4.4 Errores obtenidos con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPSLogger

Unidad	Aplicación	Días	Submodos	Número de datos	Error Horizontal (metros)			
					Mínimo	Máximo	Medio	RMSE
Galaxy A5	GPSLogger	Lunes	Chip	529	0,92	5,03	1,11	1,14
			Chip y datos	534	0,62	9,63	0,81	0,95
			Chip y Wi-Fi	524	0,36	7,83	0,47	0,60
		Martes	Chip	527	0,66	10,37	0,79	0,90
			Chip y datos	527	1,84	5,41	2,38	2,41
			Chip y Wi-Fi	527	0,15	3,03	2,04	2,10
		Miércoles	Chip	523	0,05	4,39	0,95	1,08
			Chip y datos	357	0,28	12,05	1,69	1,90
			Chip y Wi-Fi	529	0,12	62,35	2,17	3,68
		Jueves	Chip	318	0,20	14,21	4,38	5,03
			Chip y datos	442	0,31	24,10	4,23	5,24
			Chip y Wi-Fi	542	2,41	9,75	3,07	3,09
		Viernes	Chip	351	0,43	11,21	3,23	3,58
			Chip y datos	291	0,27	15,81	4,04	4,69
			Chip y Wi-Fi	332	0,10	16,09	4,57	5,25
		Sábado	Chip	530	0,77	3,02	0,90	0,92
			Chip y datos	524	0,62	13,23	1,19	1,46
			Chip y Wi-Fi	524	0,72	3,70	1,40	1,44

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 se puede observar que cada registro presenta diversos valores de error mínimo, máximo, medio y RMSE, esto se debe a que los registros presentan diferentes condiciones como: el teléfono celular, aplicación, submodo y día de recolección de

datos. Concluyendo que al cambiarse tanto los teléfonos celulares como las aplicaciones, submodo y día de recolección de datos variará la magnitud del error.

El valor mayor de RMSE con la tecnología (A-GPS) el cual corresponde al submodo Chip y datos, fue de 8,84 m con el Galaxy S6 y aplicación GPS Speed, que se asemeja al RMSE encontrado en los teléfonos celulares Motorola i580 y Sanyo 7050, que fue de 12,50 m y 8,21 m respectivamente, en la investigación realizada por Zandbergen y Barbeau (2011) en pruebas estáticas con (A-GPS). Y un poco más alejado al RMSE de 15,5 m correspondiente al iPhone 3G en la investigación de Zandbergen (2009).

El submodo Chip equivale al posicionamiento con redes celulares y el submodo Chip y Wi-Fi equivale al posicionamiento con Wi-Fi. Zandbergen (2009) encontró valores de RMSE con redes celulares igual a 128 m y Wi-Fi igual a 962 m, mientras que el RMSE mayor determinado en esta investigación con el submodo Chip es de 14,71 m y para el submodo Chip y Wi-Fi fue de 5,90 m, que son valores mucho menores a los obtenidos por Zandbergen. Esto puede deberse al aumento de la tecnología con el paso del tiempo en los teléfonos celulares y aplicaciones, y por ende un mejoramiento notable en la precisión de las tecnologías de localización.

4.3. Procesamiento de datos dinámicos

Para el procesamiento de datos dinámicos se dividió en dos: variables independientes y variables dependientes, que fueron consideradas en el anterior capítulo referente al plan experimental.

4.3.1. Procesamiento de datos de las variables independientes

Se obtuvo la altura media de los árboles según la división realizada: grandes y medianos (ver anexo B.2). Igualmente se determinó la altura media de las casas ubicadas al lado derecho y lado izquierdo por tramo (ver anexo B.3). Debido a la presencia de viviendas antiguas ubicadas en las zonas urbanas de la ciudad de Loja y que presentan una mayor altura entre las viviendas actuales, se consideró una altura de 3 m por piso para todas las viviendas.

En el anexo B.2, las alturas medias de árboles grandes y medianos a lado derecho e izquierdo no se consideraron como variables independientes, pero se utilizó su información para obtener la altura media de influencia de los mismos, al igual que los datos descritos en el anexo B.3.

También se analizó la altura media de influencia, que se incorporó con el fin de observar la influencia que tiene la máscara de elevación del equipo de video VBOX Lite y del receptor GPS del teléfono celular al momento de recolectar los datos de velocidad. Para encontrar la

altura media de influencia se utilizó la altura desde el suelo a donde fueron ubicados los teléfonos celulares en el carro que fue de 1,2 m y se consideró el valor de 13 grados para la máscara de elevación. En función de los videos de cada recorrido se determinó la distancia media horizontal del auto hacia a las obstrucciones (casa y árboles) que se encuentran a la derecha e izquierda de los tramos y aplicando la relación de triángulos rectángulos con el valor de la máscara de elevación se obtiene una altura media que sumada al 1,2 m da como resultado la altura media de no influencia tanto a la derecha como a la izquierda del tramo. La altura media de casas y árboles (grandes y medianos) de cada tramo se restó a la altura media de no influencia de cada recorrido obteniéndose la altura media de influencia para ambos casos. Además se determinó el área de influencia de las casas, que es igual al producto de la longitud del tramo por la altura media de influencia de casas.

La información de la altura media de no influencia se halla en el anexo B.4 y la altura media y área de influencia se encuentra en el anexo B.5 de todos los recorridos.

4.3.2. Procesamiento de datos de las variables dependientes

Una vez obtenidos los datos de velocidad de circulación del vehículo, se procedió a realizar el respectivo procesamiento de datos. Para lo cual se efectuó lo siguiente:

- Los datos de velocidad obtenidos con el equipo de Video VBOX Lite y archivados en la tarjeta de memoria micro SD se enviaron al computador por medio de la ranura que éstas poseen.
- Los archivos del equipo de Video VBOX Lite fueron abiertos por medio de una herramienta otorgada por la empresa Racelogic llamada VBOXTools, la misma que permite visualizar los datos de los recorridos por medio de tablas, gráficas, mapas y videos. La herramienta se configuró para obtener registros en un intervalo de 1 segundo, posteriormente se copió y se envió a Microsoft Office Excel (2013) dichos datos.
- Para los registros de velocidad guardados en los teléfonos celulares, se efectuó el mismo proceso indicado en el análisis estático.
- Las coordenadas registradas con el equipo de Video VBOX Lite se transformaron de igual manera al sistema de coordenadas UTM.
- Las coordenadas UTM de los puntos de cada uno de los diferentes recorridos fueron exportados al software AutoCAD (2014) para identificar los puntos que se encuentran por tramo.
- Se realizó un análisis por tramo de cada recorrido, en el cual se compararon los datos obtenidos por el equipo de Video VBOX Lite con los datos de los teléfonos celulares y aplicaciones utilizadas, considerando la misma hora de registro del punto o en caso

de haber existido algún desfase en las horas se observó la similitud en las coordenadas registradas por el equipo de Video VBOX Lite y las de las aplicaciones.

Como ejemplo, en la Tabla 4.5 se indican las coordenadas, hora de registro y velocidad de los puntos obtenidos en el tramo 1 del primer recorrido, que corresponden al equipo de Video VBOX Lite y al teléfono celular Galaxy S6 con la aplicación GPS Speed sin uso de internet móvil (datos).

Tabla 4.5 Datos del tramo 1 del primer recorrido

PRIMER RECORRIDO							
Video VBOX Lite				Galaxy S6 con GPS Speed (sin datos)			
Latitud (m)	Longitud (m)	Hora (hh:mm:ss)	Velocidad (km/h)	Latitud (m)	Longitud (m)	Hora (hh:mm:ss)	Velocidad (km/h)
699554,77	9557024,51	21:11:12	16,01	699550,17	9557024,58	21:11:12	16,20
699556,17	9557028,40	21:11:13	12,84	699551,57	9557028,22	21:11:13	11,70
699556,88	9557031,07	21:11:14	8,72	699552,27	9557030,74	21:11:14	8,70
699557,27	9557033,43	21:11:15	9,54	699552,78	9557033,11	21:11:15	8,80
699557,63	9557036,47	21:11:16	12,21	699553,00	9557035,88	21:11:16	12,10
699557,75	9557040,54	21:11:17	16,50	699553,06	9557039,43	21:11:17	16,20
699558,15	9557045,98	21:11:18	21,16	699553,15	9557044,51	21:11:18	19,70
699558,29	9557052,71	21:11:19	21,89	699553,32	9557050,59	21:11:19	21,30
699558,32	9557058,83	21:11:20	22,25	699553,55	9557057,11	21:11:20	23,00
699558,41	9557065,39	21:11:21	23,49	699553,90	9557063,99	21:11:21	23,50
699558,54	9557072,02	21:11:22	23,79	699553,97	9557070,62	21:11:22	23,70
699558,55	9557078,64	21:11:23	23,51	699554,01	9557077,24	21:11:23	23,60
699558,44	9557085,16	21:11:24	23,15	699554,11	9557083,69	21:11:24	23,10
699558,25	9557091,63	21:11:25	23,01	699553,95	9557089,86	21:11:25	22,70
699558,24	9557097,98	21:11:26	22,44	699554,09	9557096,27	21:11:26	22,50
699558,50	9557104,24	21:11:27	22,15	699554,47	9557102,64	21:11:27	21,90
699558,77	9557110,45	21:11:28	22,01	699554,85	9557108,93	21:11:28	22,00
699558,93	9557116,42	21:11:29	20,68	699555,09	9557115,05	21:11:29	20,90
699558,98	9557122,05	21:11:30	19,47	699555,35	9557120,41	21:11:30	20,10
699558,88	9557127,35	21:11:31	18,54	699555,44	9557125,62	21:11:31	19,20
699558,45	9557132,90	21:11:32	20,89	699555,47	9557130,99	21:11:32	21,60
699558,02	9557139,28	21:11:33	24,87	699555,12	9557137,76	21:11:33	22,40

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

A partir de esta información se realizó la diferencia de velocidades entre el equipo de Video VBOX Lite y las aplicaciones de teléfono celular. También se obtuvo la velocidad mínima, velocidad máxima, velocidad promedio y el RMSE de la diferencia de velocidades por tramo. Como ejemplo en la Tabla 4.6 se muestra la información correspondiente al tramo 1 del primer recorrido.

Tabla 4.6 Obtención de la velocidad mínima, máxima, promedio y RMSE de la diferencia de velocidades del tramo 1 del primer recorrido

TRAMO	Video Vbox Lite (km/h)	GPS Speed (S6) (km/h)	Δ de velocidades (km/h)	Velocidad Min (km/h)	Velocidad Max (km/h)	Velocidad promedio (km/h)	RMSE (km/h)
Tramo 1	16,01	16,20	0,19	0,01	2,47	0,49	0,76

Tabla 4.6 Obtención de la velocidad mínima, máxima, promedio y RMSE de la diferencia de velocidades del tramo 1 del primer recorrido (continuación)

TRAMO	Video Vbox Lite (km/h)	GPS Speed (S6) (km/h)	Δ de velocidades (km/h)	Velocidad Min (km/h)	Velocidad Max (km/h)	Velocidad promedio (km/h)	RMSE (km/h)
Tramo 1	12,84	11,70	1,14	0,01	2,47	0,49	0,76
	8,72	8,70	0,02				
	9,54	8,80	0,74				
	12,21	12,10	0,11				
	16,50	16,20	0,30				
	21,16	19,70	1,46				
	21,89	21,30	0,59				
	22,25	23,00	0,75				
	23,49	23,50	0,01				
	23,79	23,70	0,09				
	23,51	23,60	0,09				
	23,15	23,10	0,05				
	23,01	22,70	0,31				
	22,44	22,50	0,06				
	22,15	21,90	0,25				
	22,01	22,00	0,01				
	20,68	20,90	0,22				
	19,47	20,10	0,63				
18,54	19,20	0,66					
20,89	21,60	0,71					
24,87	22,40	2,47					

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Como se puede observar en la Tabla 4.6, los valores del RMSE de la diferencia de velocidades se producen debido a la variación que existe al tomar los datos con distintos teléfonos celulares así como también el intercambio de aplicaciones en los mismos con respecto al equipo de Video VBOX Lite. Aunque también puede deberse a la influencia que tienen las variables independientes al momento de recolectar los datos. Para observar esta influencia, se analizaron los RMSE de la diferencia de velocidades de cada tramo y recorrido, y posteriormente, estos valores se compararon con las variables independientes que presentan los tramos de estudio. En la Tabla 4.7 se halla el RMSE de cada uno de los recorridos realizados.

Tabla 4.7 RMSE de la diferencia de velocidades por tramo de los recorridos realizados

TRAMOS	Primer recorrido	Segundo recorrido	Tercer recorrido	Cuarto recorrido	Quinto recorrido	Sexto recorrido	Séptimo recorrido	Octavo recorrido
	RMSE de la diferencia de velocidades (km/h)							
TRAMO 1	0,76	1,90	2,26	1,24	2,99	1,89	2,19	4,51
TRAMO 2	1,17	4,01	2,88	1,25	4,77	2,72	2,16	2,97
TRAMO 3	0,81	2,44	1,51	1,15	1,89	1,82	1,85	3,29
TRAMO 4	5,10	1,57	3,28	0,90	4,84	6,57	3,51	6,78

Tabla 4.7 RMSE de la diferencia de velocidades por tramo de los recorridos realizados (continuación)

TRAMOS	Primer recorrido	Segundo recorrido	Tercer recorrido	Cuarto recorrido	Quinto recorrido	Sexto recorrido	Séptimo recorrido	Octavo recorrido
	RMSE de la diferencia de velocidades (km/h)							
TRAMO 5	1,04	1,28	2,27	2,37	5,75	2,90	4,23	4,06
TRAMO 6	1,02	2,63	3,37	2,84	3,04	1,31	2,41	4,27
TRAMO 7	1,09	3,69	2,28	0,75	3,49	3,58	4,30	2,74
TRAMO 8	0,70	3,11	2,17	1,05	2,74	3,15	2,53	2,15
TRAMO 9	1,54	1,18	1,39	1,28	5,49	3,16	5,36	5,50
TRAMO 10	1,80	3,01	2,17	2,83	3,75	1,66	4,71	2,74
TRAMO 11	0,54	1,00	0,81	1,88	3,20	2,01	4,59	1,46
TRAMO 12	1,09	1,48	1,30	1,36	4,05	2,22	4,35	2,90
TRAMO 13	0,34	0,90	0,81	0,67	4,90	2,32	3,26	1,98
TRAMO 14	0,89	1,84	1,51	0,61	4,74	2,14	2,14	1,58
TRAMO 15	1,48	0,59	1,24	1,26	5,06	1,24	1,23	1,08
TRAMO 16	1,24	1,96	1,34	0,61	2,28	0,51	1,38	1,49
TRAMO 17	1,70	1,02	1,30	0,66	2,92	1,16	2,18	1,74
TRAMO 18	0,80	0,78	0,95	1,48	3,01	1,10	1,34	2,00
TRAMO 19	0,96	1,50	1,16	1,81	4,04	1,10	0,65	1,21
TRAMO 20	1,97	0,90	1,27	0,89	2,58	1,70	1,30	0,81
TRAMO 21	1,52	0,78	1,15	1,80	1,44	1,22	2,64	1,41
TRAMO 22	3,02	1,85	3,33	1,66	3,36	2,60	8,87	1,73
TRAMO 23	1,06	1,66	1,48	0,67	2,75	1,06	3,40	1,57
TRAMO 24	1,83	1,04	1,21	1,38	1,16	2,34	2,63	0,71
TRAMO 25	0,62	0,26	2,65	0,98	2,52	2,90	4,61	4,44
TRAMO 26	1,49	0,75	2,71	0,72	2,22	2,35	5,09	20,09
TRAMO 27	0,83	0,87	1,23	2,06	1,17	2,11	1,58	2,69
TRAMO 28	0,71	1,30	0,75	1,02	0,41	1,29	0,88	0,74
TRAMO 29	0,82	0,79	0,54	0,42	0,41	0,64	1,14	1,08
TRAMO 30	0,83	0,56	0,74	0,50	0,49	0,99	2,52	1,51
TRAMO 31	0,50	1,48	0,73	0,79	1,83	2,55	5,35	7,81
TRAMO 32	1,04	1,31	1,79	2,25	1,79	2,59	6,24	4,47
TRAMO 33	0,86	1,31	0,98	0,58	0,84	4,68	2,16	1,27
TRAMO 34	0,42	0,93	1,00	0,52	1,09	1,52	0,93	1,19
TRAMO 35	0,48	1,73	1,18	0,63	0,83	0,89	2,08	1,60
TRAMO 36	0,85	1,73	1,62	0,79	1,86	4,13	4,84	1,40
TRAMO 37	1,25	2,78	3,59	1,52	2,20	2,51	4,56	2,72
TRAMO 38	1,33	2,46	2,20	2,81	3,55	2,61	5,45	5,46
TRAMO 39	1,97	1,86	1,62	1,59	2,00	2,44	2,38	1,38
TRAMO 40	0,94	0,99	1,81	2,76	1,38	2,52	0,34	0,92
TRAMO 41	2,48	0,93	1,17	1,98	2,21	2,04	1,59	2,93
TRAMO 42	1,28	1,05	0,81	1,31	1,56	2,34	1,05	1,45
TRAMO 43	1,15	0,59	0,77	1,01	0,88	0,77	1,31	1,13
TRAMO 44	0,63	0,21	0,90	1,42	0,92	0,82	1,35	0,73
TRAMO 45	1,47	0,35	0,79	1,42	0,69	0,88	3,71	1,88
TRAMO 46	1,29	0,90	0,76	1,05	1,30	0,59	0,83	0,40

Tabla 4.7 RMSE de la diferencia de velocidades por tramo de los recorridos realizados (continuación)								
TRAMOS	Primer recorrido	Segundo recorrido	Tercer recorrido	Cuarto recorrido	Quinto recorrido	Sexto recorrido	Séptimo recorrido	Octavo recorrido
	RMSE de la diferencia de velocidades (km/h)							
TRAMO 47	1,78	0,33	0,46	0,69	1,20	0,84	0,29	0,83
TRAMO 48	0,68	0,26	0,63	0,75	1,40	1,23	0,77	0,88
TRAMO 49	1,27	0,91	2,28	1,61	1,50	1,75	2,20	1,33
TRAMO 50	0,70	1,48	1,43	1,55	1,16	2,95	3,44	3,05
TRAMO 51	1,50	1,64	1,83	1,15	3,38	2,00	2,59	1,97

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

4.4. Resumen y conclusiones

En este capítulo se mostró el procesamiento de datos estáticos. Como resultado de este procesamiento se obtuvo: el error horizontal mínimo, máximo, promedio y RMSE de los registros efectuados con las aplicaciones y teléfonos celulares.

De igual manera, en el procesamiento de datos dinámicos se mostró el procesamiento de datos de las variables independientes que serán analizadas en el siguiente capítulo. Además se presentó el procesamiento de datos de las variables dependientes, donde se encontró la diferencia (Δ) de velocidades de los equipos utilizados y a partir de esta se calculó la velocidad mínima, velocidad máxima, velocidad promedio y el RMSE de la diferencia de velocidades de cada tramo y recorrido realizado.

La información procesada en este capítulo servirá de base para efectuar el análisis de patrones de comportamiento.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO

5.1. Introducción

En este capítulo se presenta el análisis de patrones de comportamiento de posición (estático) entre las aplicaciones y teléfonos celulares empleados. Así mismo se muestra el análisis de los patrones de comportamiento de velocidad con respecto a las variables independientes consideradas en esta investigación. Por medio del programa Microsoft Excel (2013) se efectuaron los análisis de regresión lineal. En este análisis se utilizó el coeficiente de determinación R^2 el cual indica si las relaciones entre las variables independientes y dependientes son estadísticamente significativas.

El objetivo de este capítulo es mostrar qué aplicación y teléfono celular obtiene una mejor precisión en mediciones estáticas, y además, identificar las variables independientes de mayor influencia sobre la velocidad en estado dinámico.

5.2. Análisis de patrones de comportamiento de posición (estático)

Los errores mínimos, máximos y RMSE obtenidos en el capítulo de procesamiento de datos estáticos se compararon entre los teléfonos celulares y aplicaciones utilizadas, con el fin de determinar las variaciones entre los días de la semana. Así como también para determinar los rangos de error.

5.2.1. Errores mínimos

En las Figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 se muestran los errores mínimos horizontales de cada submodo por día.

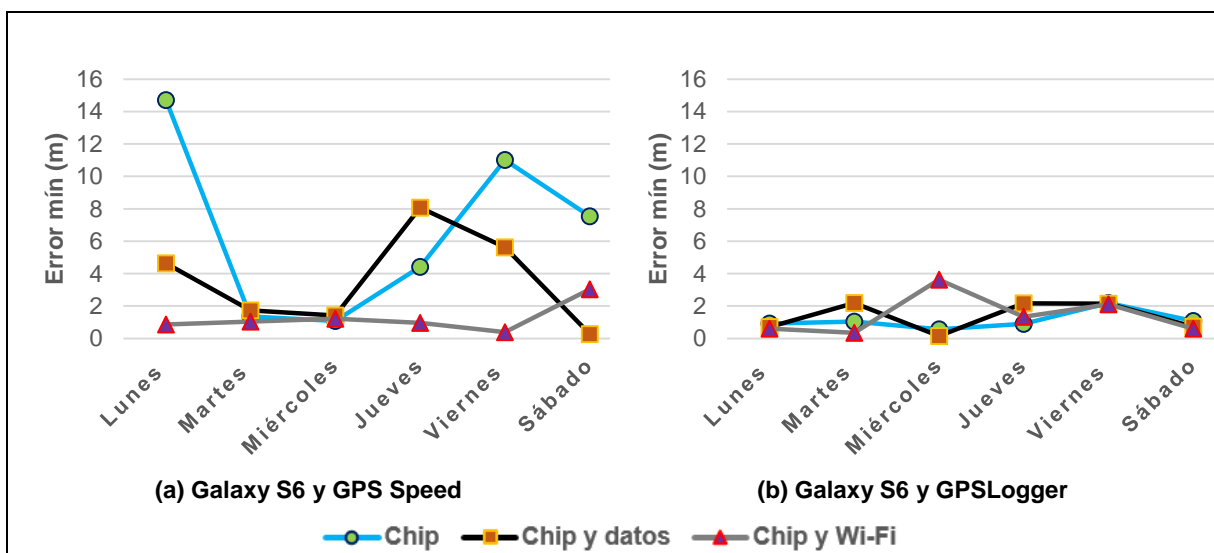


Figura 5.1 Errores mínimos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy S6 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.1 se puede mencionar lo siguiente:

- Con la aplicación GPS Speed y GPSLogger, los errores mínimos estuvieron entre 0,26 m a 14,71 m y entre 0,16 m a 3,63 m respectivamente.
- El submodo chip dio mejor resultado en relación a los otros submodos, tal y como se observa en la Figura 5.1 (b).
- El mayor error mínimo se presentó en los días lunes y viernes con la aplicación GPS Speed.
- Con la aplicación GPSLogger se obtuvieron valores menores de errores mínimos en relación a la aplicación GPS Speed.

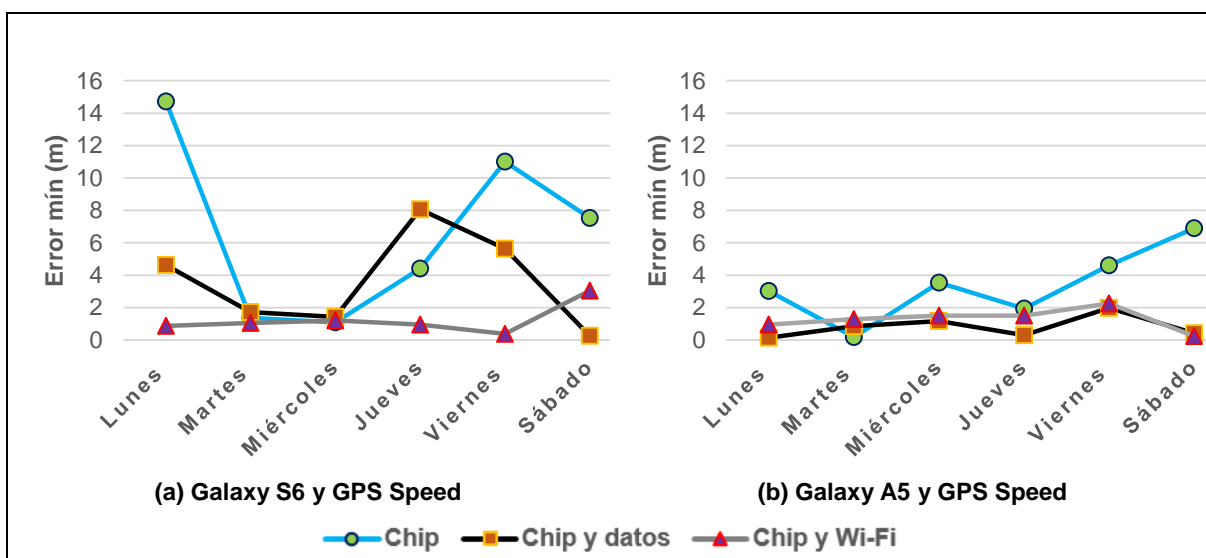


Figura 5.2 Errores mínimos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPS Speed

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.2 se puede mencionar lo siguiente:

- Con el teléfono celular Galaxy A5, los errores mínimos se encontraron entre 0,13 m y 6,90 m.
- El submodo chip y datos en el Galaxy A5, dio un mejor resultado en relación a los otros submodos.
- El mayor error mínimo se presentó el día sábado en el teléfono celular Galaxy A5.
- Con el teléfono celular Galaxy A5 se obtuvieron valores menores de errores mínimos respecto al Galaxy S6.

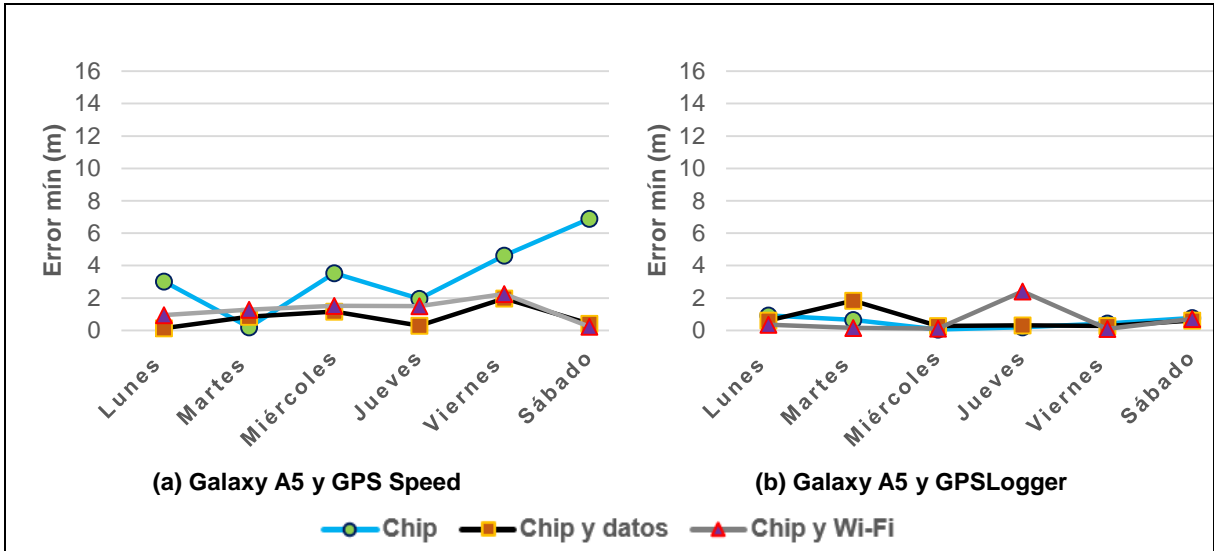


Figura 5.3 Errores mínimos del Galaxy A5 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.3 se puede mencionar lo siguiente:

- Con la aplicación GPSLogger, los errores mínimos estuvieron entre 0,05 m a 2,41 m.
- El submodo chip con la aplicación GPSLogger dio mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error mínimo se presentó el día jueves con la aplicación GPSLogger a diferencia del día sábado de la aplicación GPS Speed.
- Con la aplicación GPSLogger se obtuvieron valores menores de errores mínimos en relación a la aplicación GPS Speed.

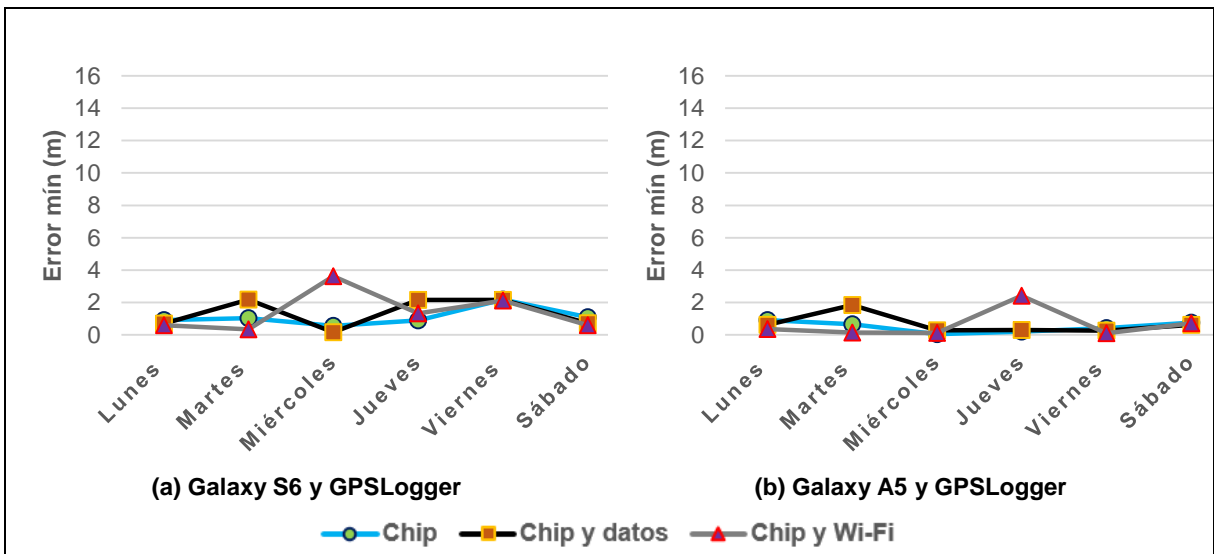


Figura 5.4 Errores mínimos del Galaxy S6 y GPSLogger versus Galaxy A5 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.4 se puede mencionar lo siguiente:

- Para ambos teléfonos celulares el submodo chip dio mejor resultado.
- El teléfono celular Galaxy A5 obtuvo valores menores de errores mínimos que el Galaxy S6.

De lo observado en las Figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4, se puede decir que con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPSTracker y submodo chip se obtuvieron valores menores de error mínimo. Además se presentó un mayor valor de error mínimo en los días: lunes y viernes.

5.2.2. Errores máximos

En las Figuras 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 se muestran los errores máximos horizontales de cada submodo por día.

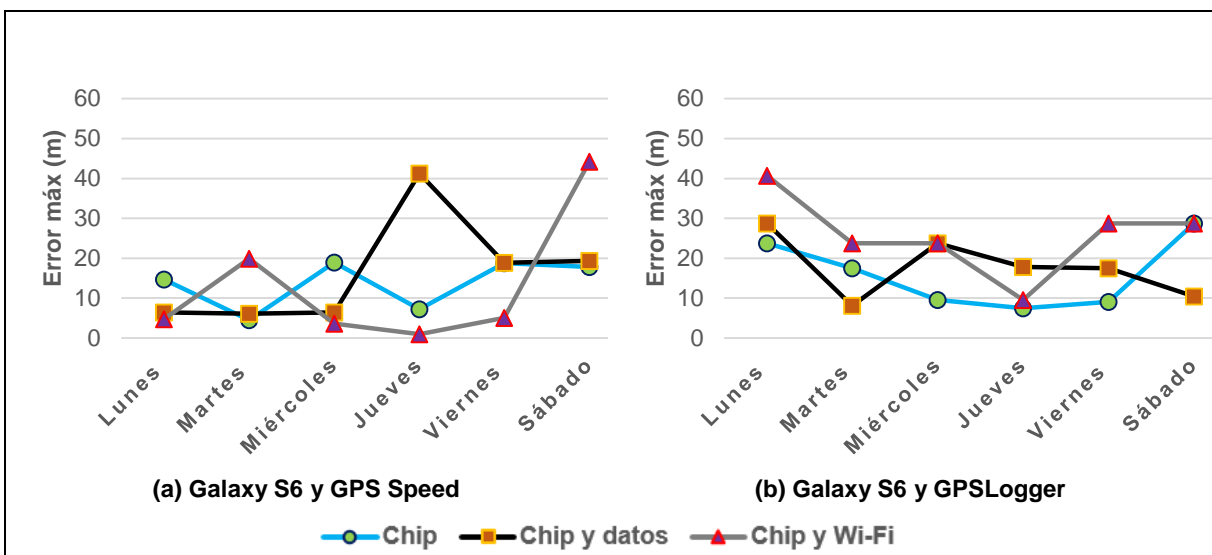


Figura 5.5 Errores máximos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy S6 y GPSTracker

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.5 se puede mencionar lo siguiente:

- Los errores máximos de la aplicación GPS Speed oscilaron entre 0,96 m a 44,21 m y entre 7,43 m a 40,69 m la aplicación GPSTracker.
- El submodo chip y Wi-Fi correspondiente al GPS Speed presentó un mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error máximo se presentó en los días jueves y sábado con la aplicación GPS Speed y el día lunes con la aplicación GPSTracker.
- Con la aplicación GPS Speed se obtuvieron valores menores de errores máximos en relación a la aplicación GPSTracker.

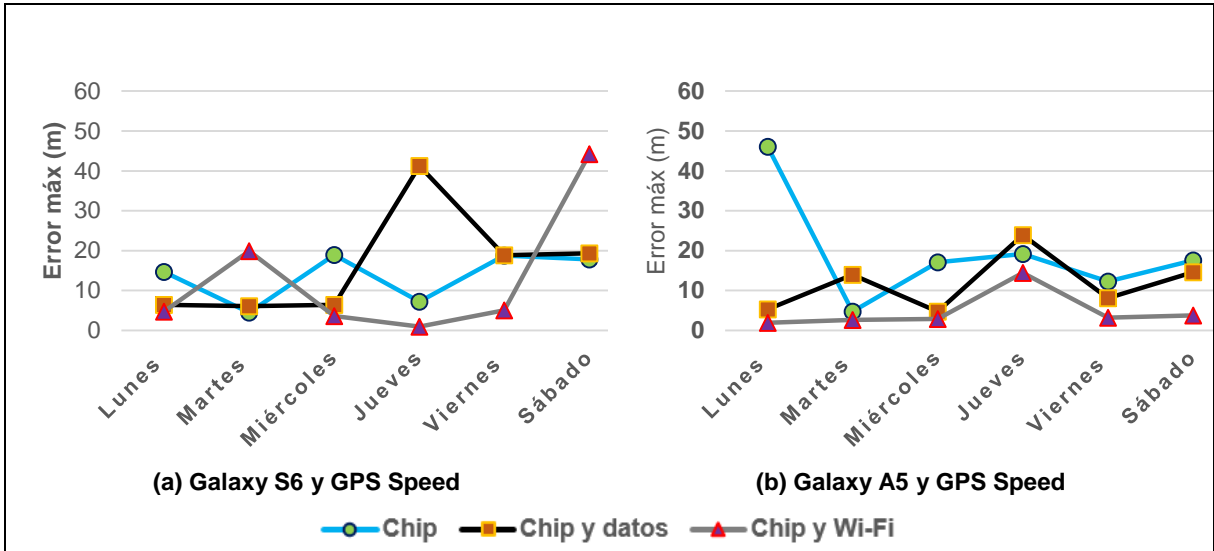


Figura 5.6 Errores máximos del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPS Speed

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.6 se puede mencionar lo siguiente:

- Los errores máximos del Galaxy A5 se encontraron entre 1,95 m a 46,03 m.
- El submodo chip y Wi-Fi en el Galaxy A5 presentó un mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error máximo se presentó el día lunes en el teléfono celular Galaxy A5.
- Con el teléfono celular Galaxy A5 se obtuvieron valores menores de errores máximos que con el teléfono celular Galaxy S6.

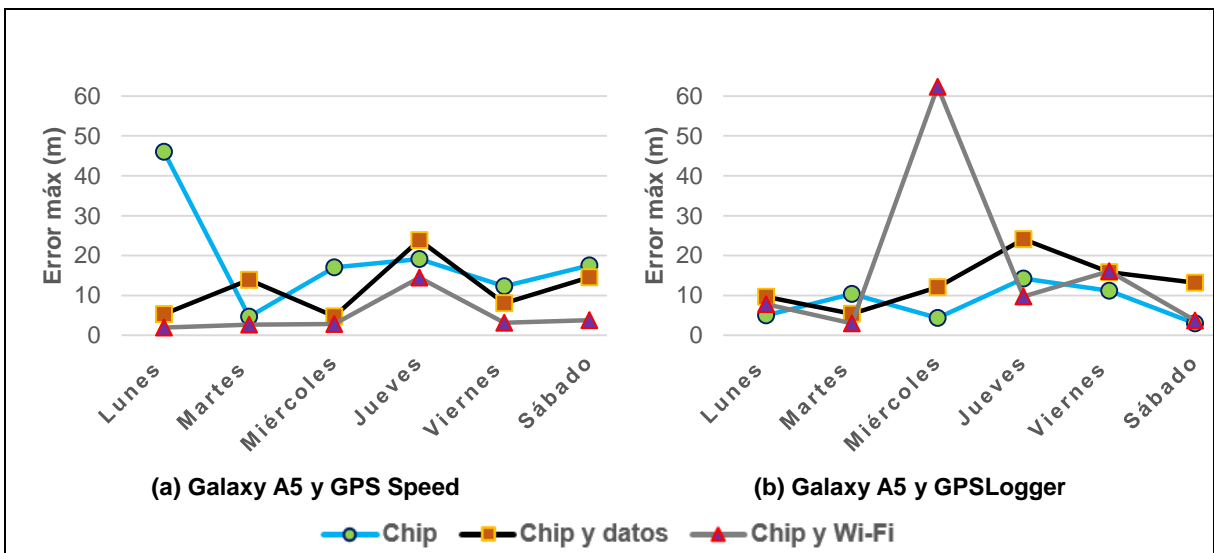


Figura 5.7 Errores máximos del Galaxy A5 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.7 se puede mencionar lo siguiente:

- Con la aplicación GPSLogger los errores máximos estuvieron entre 3,02 m y 62,35 m.

- El submodo chip y Wi-Fi con la aplicación GPS Speed dio mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error máximo se presentó el día miércoles con la aplicación GPSLogger a diferencia del día lunes de la aplicación GPS Speed.
- Aunque con ambas aplicaciones se obtuvieron valores similares de error máximo, la aplicación GPS Speed presentó valores un poco menores de errores máximos en relación a la aplicación GPSLogger.

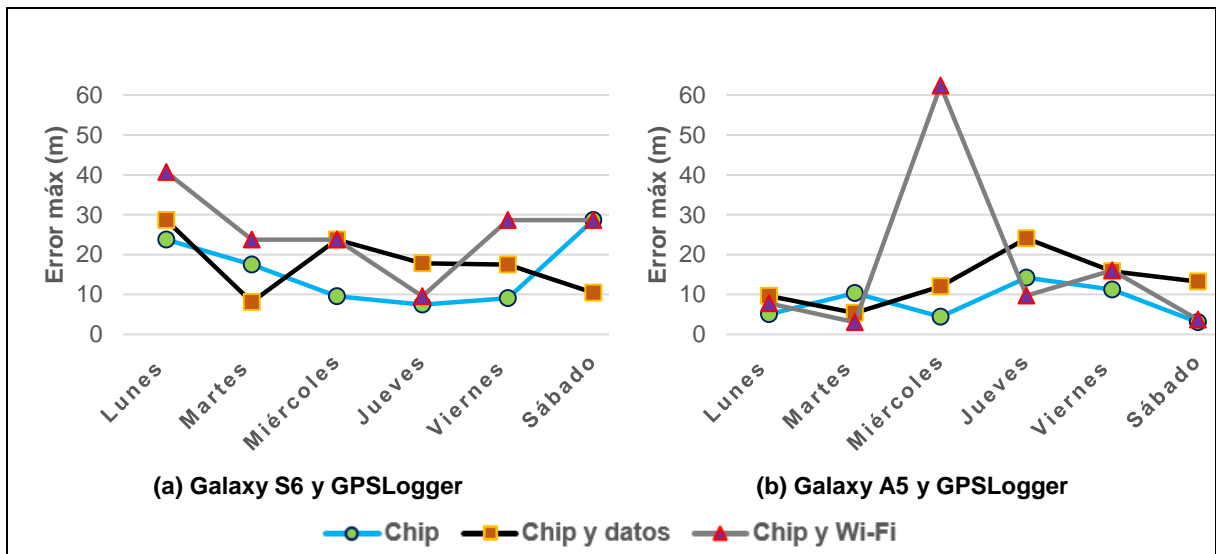


Figura 5.8 Errores máximos del Galaxy S6 y GPSLogger versus Galaxy A5 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.8 se puede mencionar lo siguiente:

- Para ambos teléfonos celulares el submodo chip dio mejor resultado.
- El teléfono celular Galaxy A5 obtuvo valores menores de errores máximos que el Galaxy S6.

De lo observado en las Figuras 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8, se puede decir que con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPS Speed y submodo chip y Wi-Fi se obtienen valores menores de error máximo. Se presenta un mayor error máximo en los días: lunes, miércoles, jueves y sábado.

5.2.3. Errores (RMSE)

En las Figuras 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12 se exponen los errores horizontales (RMSE) de cada submodo por día.

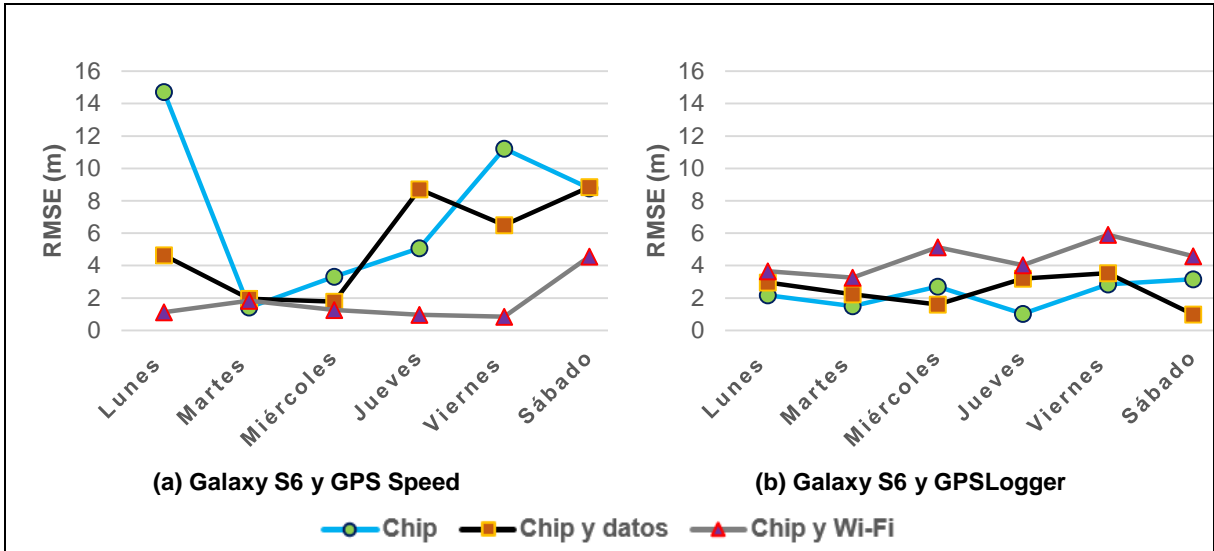


Figura 5.9 RMSE del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy S6 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.9 se puede mencionar lo siguiente:

- Con la aplicación GPS Speed y GPSLogger, los errores RMSE estuvieron entre 0,85 m a 14,71 m y entre 0,99 m a 5,90 m respectivamente.
- El submodo chip y Wi-Fi correspondiente a la Figura 5.9 (a) presentó un mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error RMSE se presentó en los días lunes y viernes con la aplicación GPS Speed.
- Con la aplicación GPSLogger se obtuvieron valores menores de error RMSE en relación a la aplicación GPSLogger.

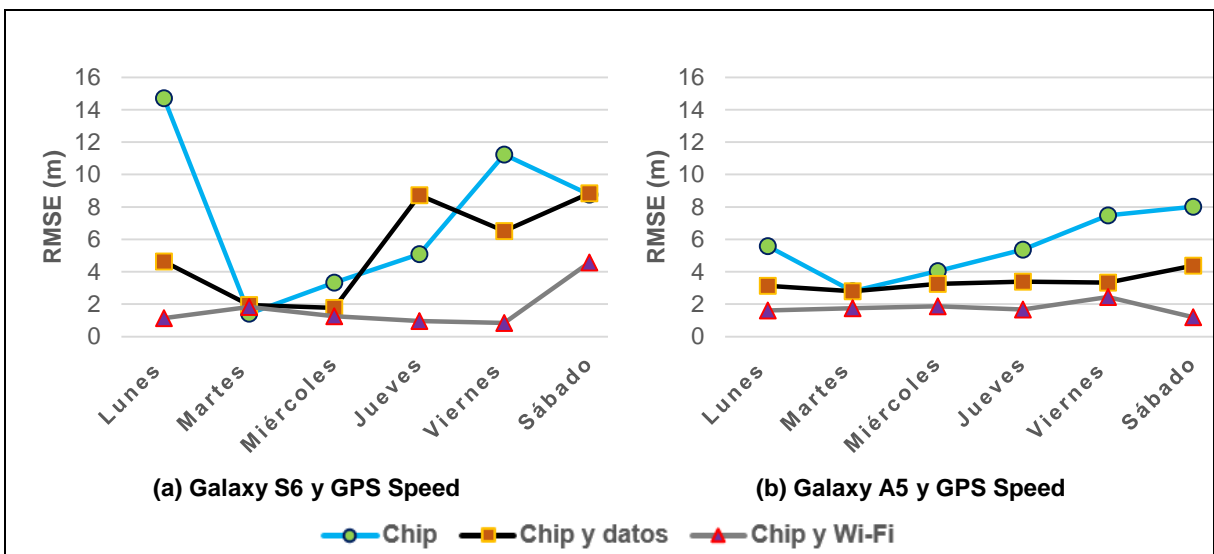


Figura 5.10 RMSE del Galaxy S6 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPS Speed

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.10 se puede mencionar lo siguiente:

- Los errores RMSE del Galaxy A5 se halló entre 1,20 m a 8,01 m.
- El submodo chip y Wi-Fi para ambos teléfonos celulares presentaron un mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error RMSE se presentó en los días viernes y sábado en el teléfono celular Galaxy A5.
- Con el teléfono celular Galaxy A5 se obtuvieron valores menores de errores RMSE que con el teléfono celular Galaxy S6.

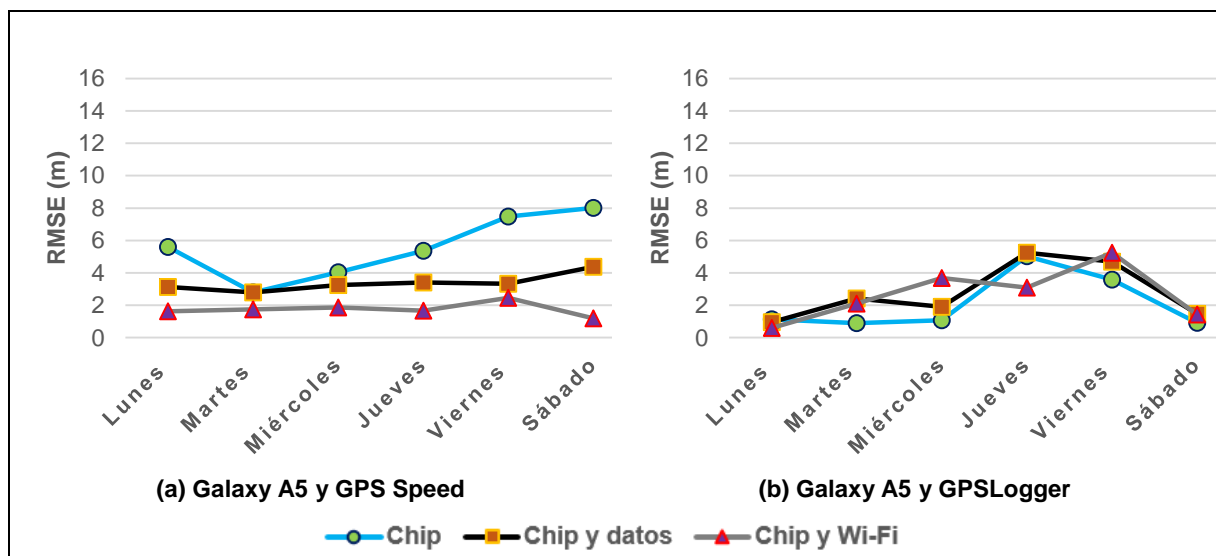


Figura 5.11 RMSE del Galaxy A5 y GPS Speed versus Galaxy A5 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.11 se puede mencionar lo siguiente:

- Con la aplicación GPSLogger los errores RMSE estuvieron entre 0,60 m y 5,25 m.
- El submodo chip y Wi-Fi con la aplicación GPS Speed dio mejor resultado que los otros submodos.
- El mayor error RMSE se presentó los días viernes y sábado con la aplicación GPS Speed.
- Con la aplicación GPSLogger se obtuvieron valores menores de errores RMSE en relación a la aplicación GPS Speed.

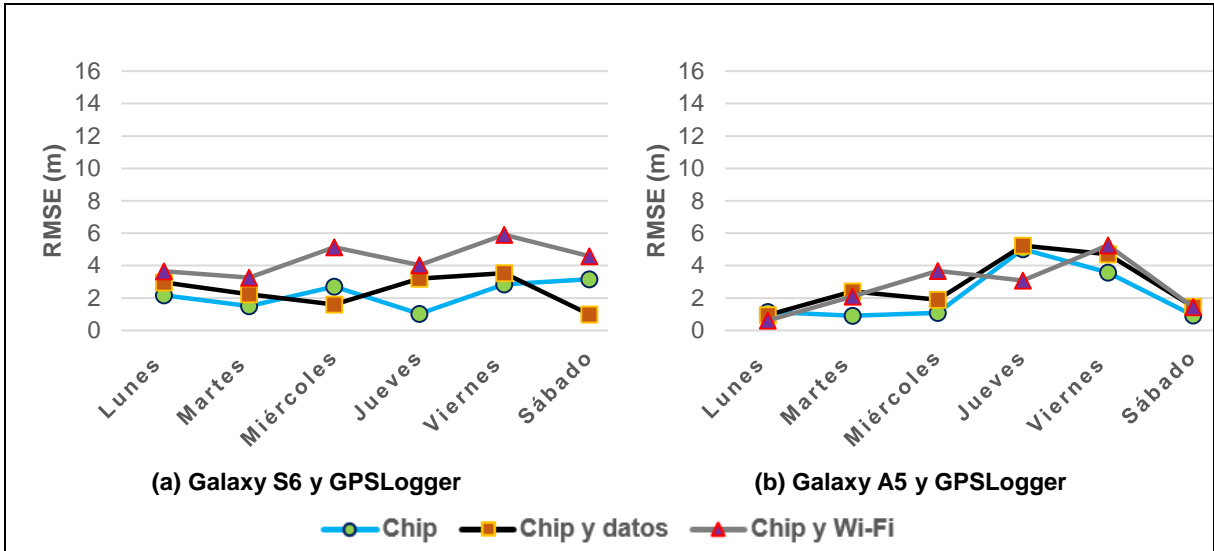


Figura 5.12 RMSE del Galaxy S6 y GPSLogger versus Galaxy A5 y GPSLogger

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De la Figura 5.12 se puede mencionar lo siguiente:

- Para ambos teléfonos celulares el submodo chip dio mejor resultado.
- El teléfono celular Galaxy A5 obtuvo valores menores de errores máximos que el Galaxy S6.

De lo observado en las Figuras 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12, se puede decir que con el teléfono celular Galaxy A5 y aplicación GPSLogger y submodo chip y Wi-Fi se obtienen valores menores de error RMSE. Además, se presenta un mayor error RMSE en los días: lunes, viernes y sábado.

5.3. Análisis de patrones de comportamiento de velocidad (dinámico)

Se utilizó el coeficiente R^2 para determinar la relación entre las variables independientes consideradas con los RMSE de la diferencia de velocidad de cada tramo y recorrido.

El coeficiente de determinación (R^2), es una medida que indica cuán bien o mal se ajusta una línea de regresión muestral a los datos. Los valores de R^2 oscilan entre 0 y 1, cuando más cerca de 1 mayor será la correlación y menor cuando esté más cerca del 0. Dentro del análisis se descartaron las relaciones que tengan un R^2 menor a 0,1, dado que la relación no es estadísticamente significativa. A manera de ejemplo en la Figura 5.13 se muestra la relación existente entre el número de casas de 2 pisos a lado izquierdo del tramo ($nc2i$) con el RMSE del segundo recorrido.

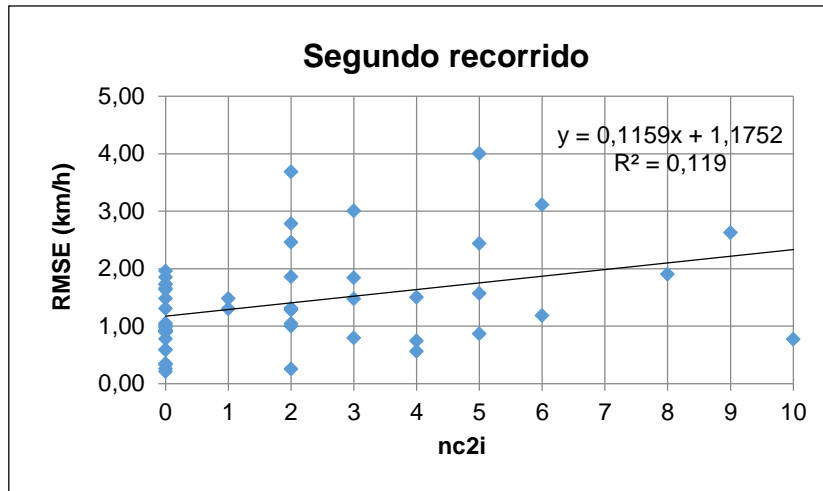


Figura 5.13 Relación entre el número de casas de 2 pisos a lado izquierdo del tramo (nc2i) con el RMSE de la diferencia de velocidades del segundo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Esto se realizó para cada una de las variables independientes del circuito y por cada recorrido. Los resultados de la relación R^2 se presenta en tabla en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Relaciones R^2 de todos los recorridos

Variables independientes	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º
	R^2							
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	.	.	0,315	.	.	.	0,154	0,396
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	.	0,119	0,118	.	.	.	.	0,123
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	.	0,136	.	.	.	.	.	.
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	.	.	.	0,117	.	.	.	.
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	0,600
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)
Número de árboles medianos lado derecho (namd)

Tabla 5.1 Relaciones R ² de todos los recorridos (continuación)								
Variables independientes	1.°	2.°	3.°	4.°	5.°	6.°	7.°	8.°
	R²							
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	•	•	•	0,198	0,151	•	0,198	•
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	•	0,127	•	•	•	•	•	0,116
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	•	•	•	•	•	•	•	•
Número de Postes con cables lado izquierdo (npci)	•	•	•	•	•	•	•	•
Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (amiagd)	•	•	•	•	•	•	•	•
Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (amiagi)	•	•	•	•	•	•	•	0,110
Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (amiamd)	•	•	•	•	•	•	•	•
Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (amiami)	•	•	•	•	•	•	•	•
Altura media de influencia de casas lado derecho (amicd)	•	•	0,143	•	•	•	•	0,123
Área de influencia de casas lado derecho (aicd)	•	•	•	•	•	•	•	•
Altura media de influencia de casas lado izquierdo (amici)	•	0,158	•	•	•	•	0,172	0,175
Área de influencia de casas lado izquierdo (aici)	•	0,135	•	•	•	•	•	0,155
1.°: Primer recorrido 2.°: Segundo recorrido 3.°: Tercer recorrido 4.°: Cuarto recorrido 5.°: Quinto recorrido 6.°: Sexto recorrido 7.°: Séptimo recorrido 8.°: Octavo recorrido •: Relación R² < 0,1								

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En general, los valores R² obtenidos en la Tabla 5.1 son bajos y no estadísticamente significativos. En vista de que no se detectaron las variables que puedan causar errores en todos los recorridos, se optó por introducir 3 nuevas variables independientes: la velocidad media, azimut de cada tramo y relación H/a. Las otras variables independientes al no ser estadísticamente significativas se descartaron.

Se determinó la velocidad media promediando la velocidad obtenida por tramo del equipo de Video VBOX Lite y la adquirida por las aplicaciones de teléfono celular, esto se realizó para cada uno de los tramos de los diferentes recorridos. Además se calculó el azimut con el fin de considerar la dirección que posee cada uno de los tramos con respecto al punto cardinal norte.

En el caso de la relación H/a , H es el promedio entre la altura media de obstrucción (casas o árboles) a la derecha (H_2) e izquierda (H_1) del tramo analizado, y a es la separación que hay entre esas obstrucciones (ancho de calzada, ancho de acera y ancho de parterre en caso de existir) tal como se muestra en la Figura 5.14. El valor de H/a se calculó para cada tramo de estudio.

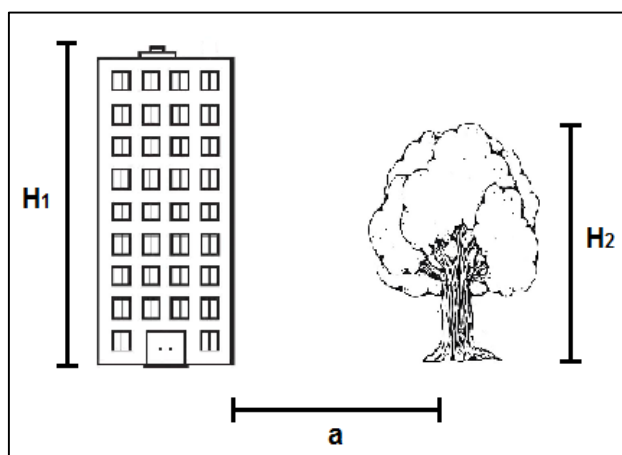


Figura 5.14 Relación H/a

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Cabe mencionar que al introducir la variable H/a ya se están considerando otras variables tales como la altura media de casas y árboles y consecuentemente la altura de influencia de éstas. En la Tabla 5.2 se puede ver la velocidad media, relación H/a y el azimut para cada tramo, y en la Tabla 5.3 se encuentran las relaciones R^2 de las nuevas variables incorporadas.

Tabla 5.2 Velocidad media, relación H/a y azimut de los tramos de estudio

TRAMOS	Velocidad Media de cada recorrido								H/a	Azimut
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º		
TRAMO 1	19,41	21,19	23,36	22,54	19,41	21,19	23,36	22,54	0,79	87,55
TRAMO 2	19,96	24,95	17,75	23,07	19,96	24,95	17,75	23,07	0,87	94,19
TRAMO 3	21,55	30,79	16,70	24,86	21,55	30,79	16,70	24,86	0,74	93,41
TRAMO 4	22,75	21,32	21,76	21,33	22,75	21,32	21,76	21,33	0,87	92,53
TRAMO 5	3,89	19,50	18,46	16,37	3,89	19,50	18,46	16,37	0,80	2,66
TRAMO 6	19,09	10,08	18,41	17,71	19,09	10,08	18,41	17,71	0,69	5,33
TRAMO 7	24,57	21,30	23,88	29,70	24,57	21,30	23,88	29,70	0,69	95,70
TRAMO 8	22,78	17,50	22,43	26,07	22,78	17,50	22,43	26,07	0,69	89,72
TRAMO 9	17,53	23,78	24,33	22,02	17,53	23,78	24,33	22,02	0,58	3,66
TRAMO 10	20,38	17,89	20,68	20,48	20,38	17,89	20,68	20,48	0,73	3,91
TRAMO 11	17,90	18,74	18,81	19,96	17,90	18,74	18,81	19,96	0,58	5,59
TRAMO 12	6,66	20,45	8,42	17,17	6,66	20,45	8,42	17,17	0,55	5,00
TRAMO 13	15,08	21,30	20,80	20,46	15,08	21,30	20,80	20,46	0,36	4,57
TRAMO 14	19,28	20,15	12,81	18,90	19,28	20,15	12,81	18,90	0,47	13,23
TRAMO 15	38,19	37,69	38,08	35,06	38,19	37,69	38,08	35,06	0,57	115,01

Tabla 5.2 Velocidad media, relación H/a y azimut de los tramos de estudio (continuación)

TRAMOS	Velocidad Media de cada recorrido								H/a	Azimut
	1.°	2.°	3.°	4.°	5.°	6.°	7.°	8.°		
TRAMO 16	39,89	22,14	11,96	36,88	39,89	22,14	11,96	36,88	0,81	124,52
TRAMO 17	38,88	34,86	35,32	42,24	38,88	34,86	35,32	42,24	0,54	112,48
TRAMO 18	8,28	27,46	25,15	28,75	8,28	27,46	25,15	28,75	0,40	95,48
TRAMO 19	23,81	15,10	21,15	15,79	23,81	15,10	21,15	15,79	0,48	124,65
TRAMO 20	25,02	12,96	27,46	17,11	25,02	12,96	27,46	17,11	0,76	185,23
TRAMO 21	30,70	31,17	31,45	24,47	30,70	31,17	31,45	24,47	0,68	185,79
TRAMO 22	26,29	26,66	18,78	17,80	26,29	26,66	18,78	17,80	1,00	181,62
TRAMO 23	5,75	21,46	10,00	20,76	5,75	21,46	10,00	20,76	0,71	113,34
TRAMO 24	12,44	11,19	6,58	14,58	12,44	11,19	6,58	14,58	0,45	184,98
TRAMO 25	37,08	34,45	27,30	27,20	37,08	34,45	27,30	27,20	0,46	185,23
TRAMO 26	20,53	29,41	13,42	22,17	20,53	29,41	13,42	22,17	0,62	188,73
TRAMO 27	29,98	30,50	30,13	26,73	29,98	30,50	30,13	26,73	0,47	272,11
TRAMO 28	38,83	41,57	37,04	35,84	38,83	41,57	37,04	35,84	0,58	275,03
TRAMO 29	14,72	40,51	39,18	38,86	14,72	40,51	39,18	38,86	0,55	274,30
TRAMO 30	29,86	39,09	34,09	32,51	29,86	39,09	34,09	32,51	0,75	274,99
TRAMO 31	16,89	8,56	29,45	20,38	16,89	8,56	29,45	20,38	0,74	272,94
TRAMO 32	12,49	8,11	11,49	7,21	12,49	8,11	11,49	7,21	0,96	186,39
TRAMO 33	27,53	13,95	27,45	28,18	27,53	13,95	27,45	28,18	0,35	274,70
TRAMO 34	32,84	29,62	41,53	35,22	32,84	29,62	41,53	35,22	0,57	276,14
TRAMO 35	38,94	41,85	46,32	42,33	38,94	41,85	46,32	42,33	0,62	275,62
TRAMO 36	35,09	36,26	38,42	35,02	35,09	36,26	38,42	35,02	0,48	273,95
TRAMO 37	22,67	18,49	22,42	22,19	22,67	18,49	22,42	22,19	0,75	182,09
TRAMO 38	15,34	19,00	17,83	16,95	15,34	19,00	17,83	16,95	0,78	189,01
TRAMO 39	24,23	23,71	23,05	17,34	24,23	23,71	23,05	17,34	0,65	92,14
TRAMO 40	30,03	25,94	24,52	26,72	30,03	25,94	24,52	26,72	0,47	182,72
TRAMO 41	19,74	25,48	19,25	28,75	19,74	25,48	19,25	28,75	0,66	184,59
TRAMO 42	34,33	32,55	27,24	32,32	34,33	32,55	27,24	32,32	0,57	273,73
TRAMO 43	40,94	40,39	39,06	37,43	40,94	40,39	39,06	37,43	0,68	278,98
TRAMO 44	44,36	41,34	40,53	38,15	44,36	41,34	40,53	38,15	0,83	310,91
TRAMO 45	32,92	40,77	38,97	37,23	32,92	40,77	38,97	37,23	0,71	314,93
TRAMO 46	13,69	12,64	39,73	40,93	13,69	12,64	39,73	40,93	0,46	289,96
TRAMO 47	39,19	37,43	42,34	39,41	39,19	37,43	42,34	39,41	0,39	286,13
TRAMO 48	48,93	47,44	46,66	46,61	48,93	47,44	46,66	46,61	0,47	276,97
TRAMO 49	27,51	39,60	40,93	40,11	27,51	39,60	40,93	40,11	0,53	274,19
TRAMO 50	34,78	32,71	26,65	35,27	34,78	32,71	26,65	35,27	0,69	282,31
TRAMO 51	27,67	27,10	27,15	30,17	27,67	27,10	27,15	30,17	0,75	95,91

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla 5.3 Relaciones R² de la velocidad media, relación H/a y azimut

Variables independientes	1.°	2.°	3.°	4.°	5.°	6.°	7.°	8.°
	R ²							
Velocidad Media (Vm)	•	0,198	0,191	0,207	0,204	0,115	0,179	0,101
Relación (H/a)	0,119	0,171	0,233	•	•	•	0,206	•
Dirección del tramo respecto al norte (azimut)	•	0,208	0,154	•	0,700	•	•	•

1.°: Primer recorrido
2.°: Segundo recorrido
3.°: Tercer recorrido
4.°: Cuarto recorrido
5.°: Quinto recorrido
6.°: Sexto recorrido
7.°: Séptimo recorrido
8.°: Octavo recorrido
•: Relación R² < 0,1

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En la Tabla 5.3 los valores de R² se encuentran entre 0,101 y 0,622. La variable independiente correspondiente a la velocidad media tiene un mayor número de valores R² > 0,1, similar a la relación H/a. Sin embargo pese a que la dirección respecto al norte (azimut) se presenta en un menor número de veces que las otras, las gráficas de correlación indican tener cierta tendencia con respecto al RMSE, especialmente entre los valores de RMSE máximos de cada recorrido. En las Figuras 5.15 hasta la 5.22 se presenta dicha tendencia entre los azimuts con los RMSE máximos de la velocidad de cada recorrido.

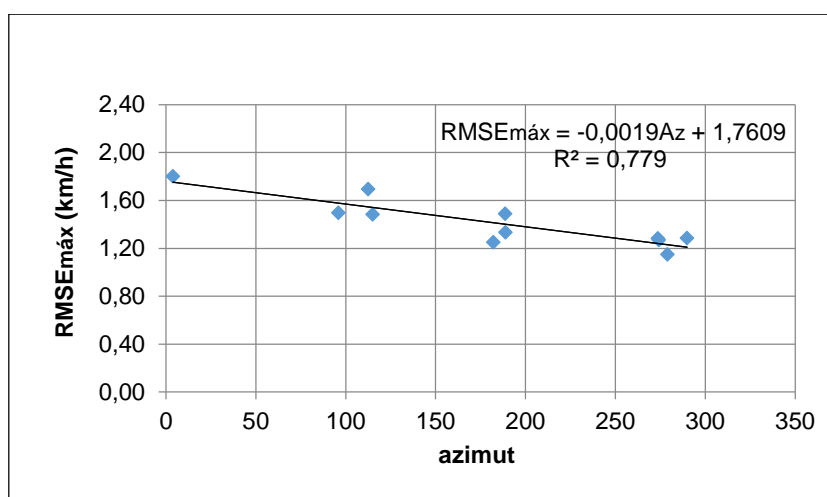


Figura 5.15 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del primer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

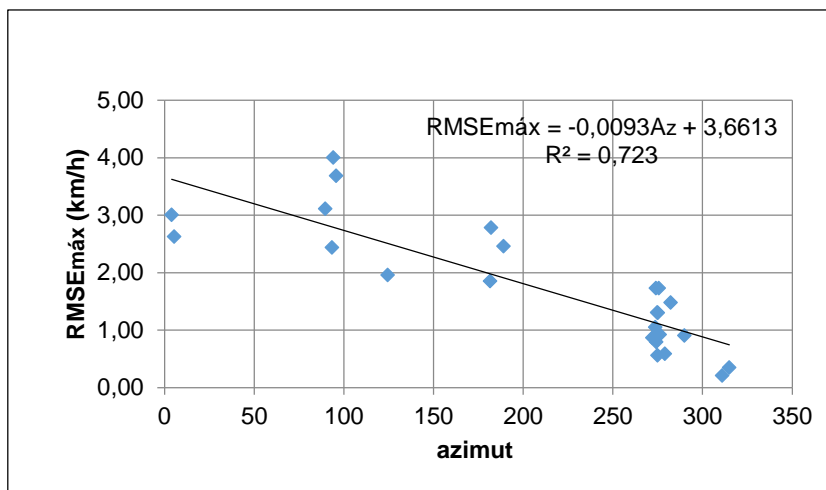


Figura 5.16 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del segundo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

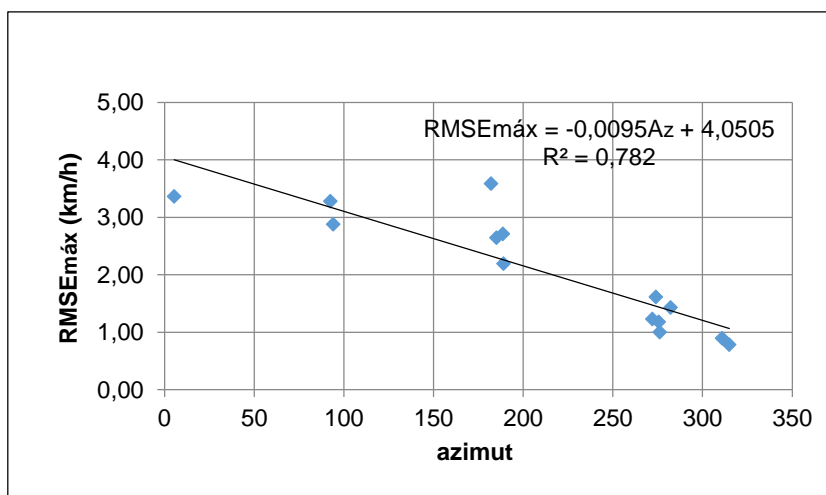


Figura 5.17 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del tercer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

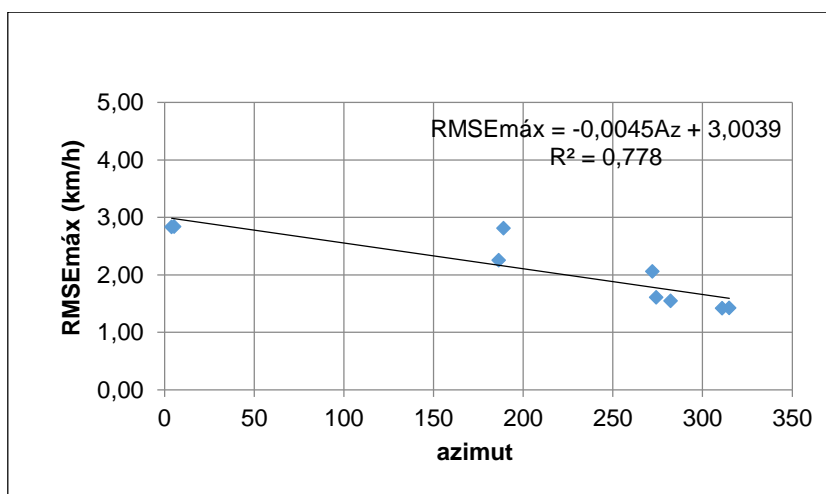


Figura 5.18 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y los RMSE máximos de velocidades del cuarto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

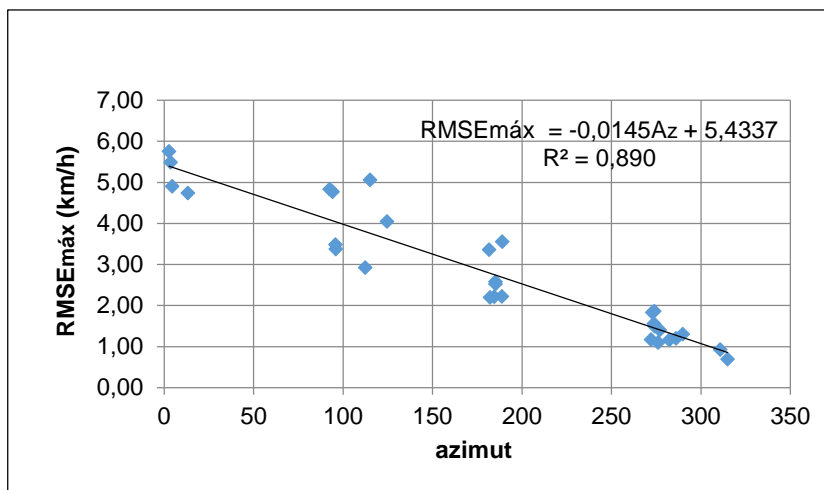


Figura 5.19 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del quinto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

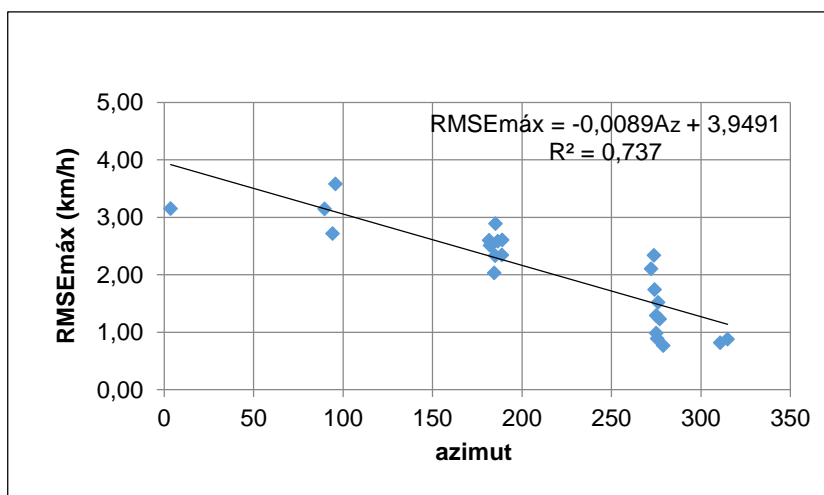


Figura 5.20 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del sexto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

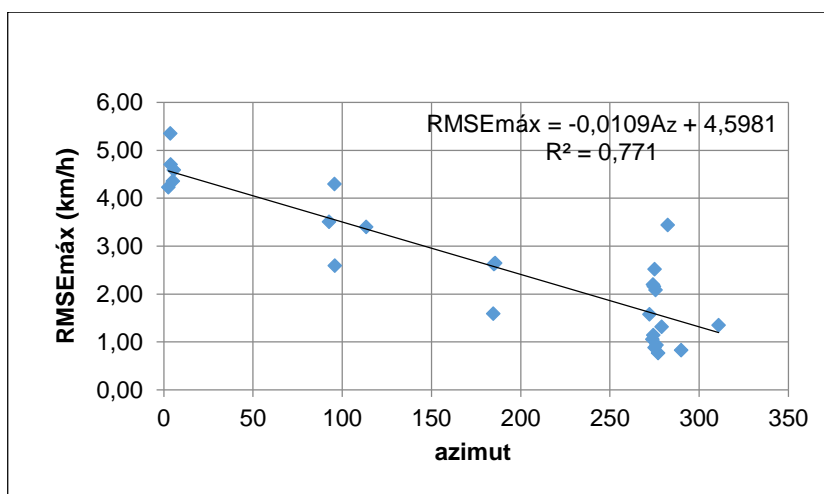


Figura 5.21 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del séptimo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

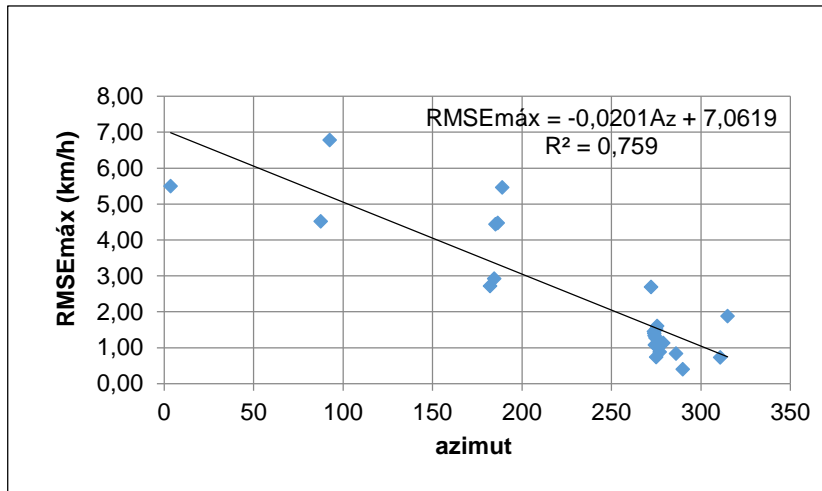


Figura 5.22 Relación entre la dirección respecto al norte (azimut) y el RMSE de la diferencia de velocidades del octavo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Por otro lado se realizó un análisis entre las velocidades registradas por medio de los teléfonos celulares y aplicaciones, y con las del equipo de Video VBOX Lite para cada recorrido. En este caso se asumió como variable independiente a las velocidades de los teléfonos celulares y aplicaciones, y como variable dependiente a las velocidades del Video VBOX Lite. De igual forma para determinar la relación entre estas dos variables se utilizó el coeficiente R^2 . En las Figuras 5.23 hasta la 5.30 se presenta las tendencias de los datos de velocidades de todos los recorridos.

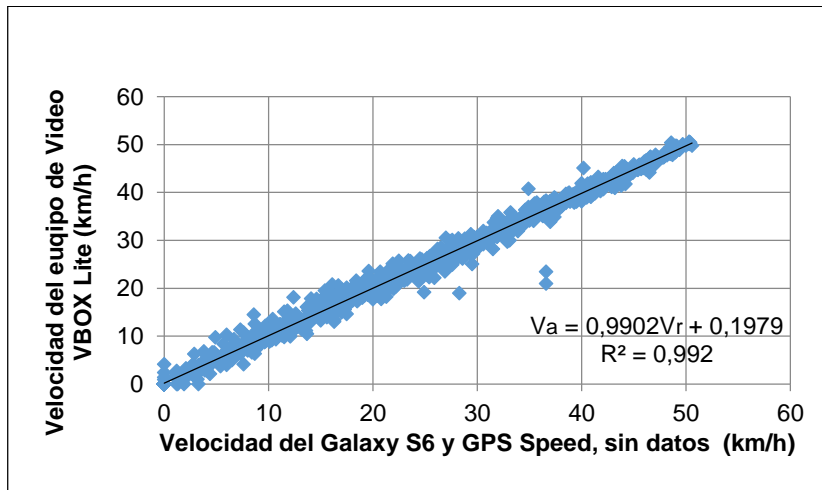


Figura 5.23 Relación de velocidad del primer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

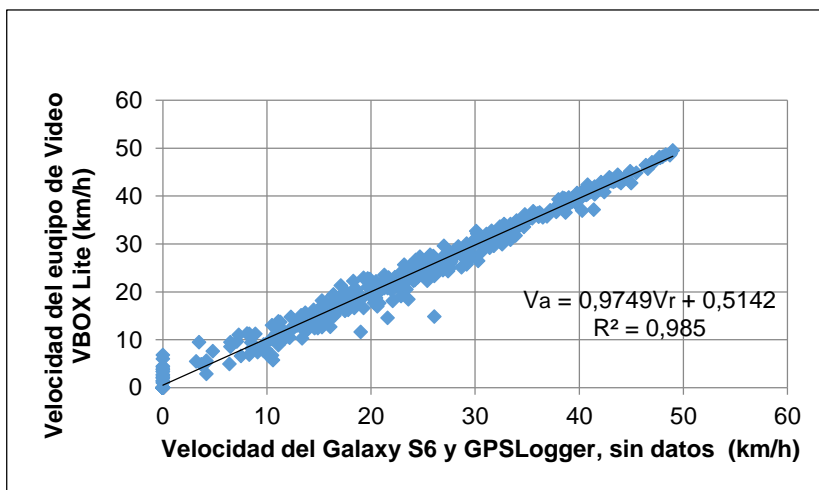


Figura 5.24 Relación de velocidades del segundo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

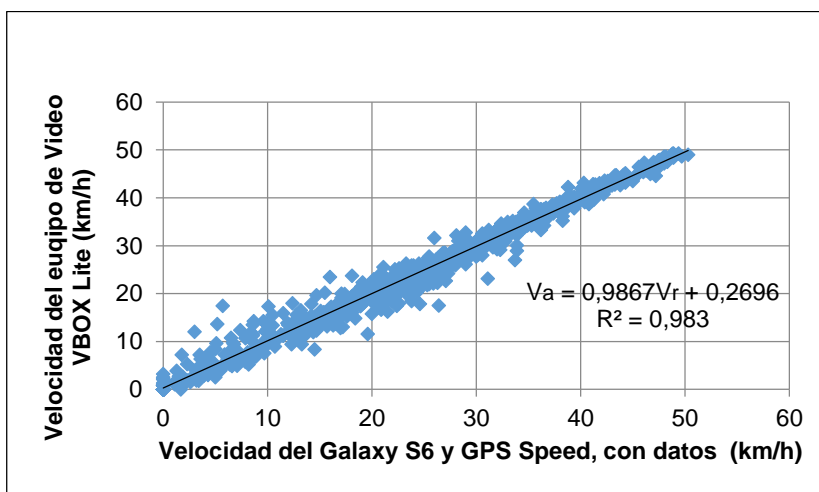


Figura 5.25 Relación de velocidades del tercer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

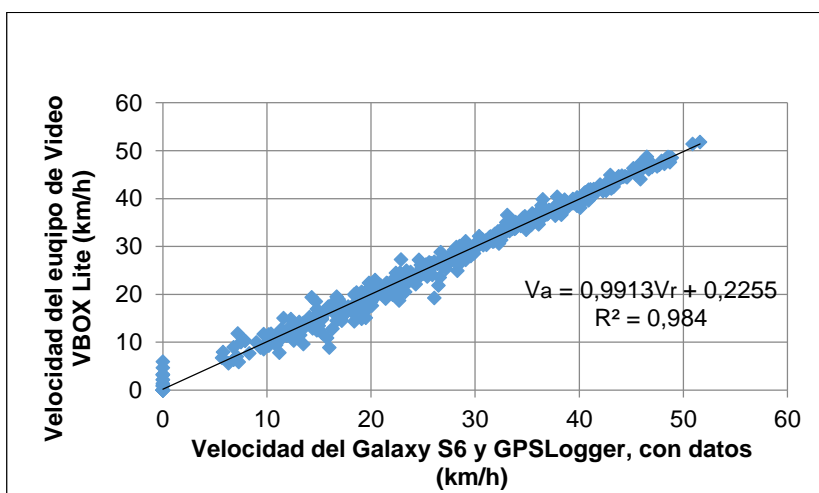


Figura 5.26 Relación de velocidades del cuarto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

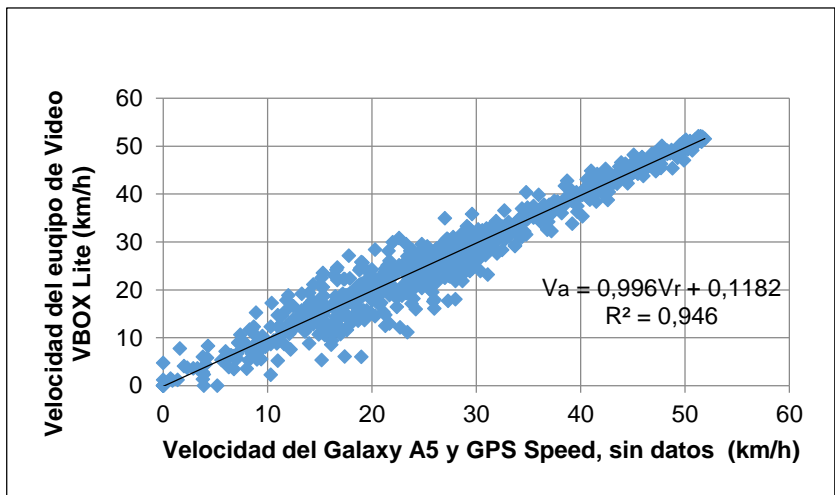


Figura 5.27 Relación de velocidades del quinto recorrido
 Fuente: El autor
 Elaboración: El autor

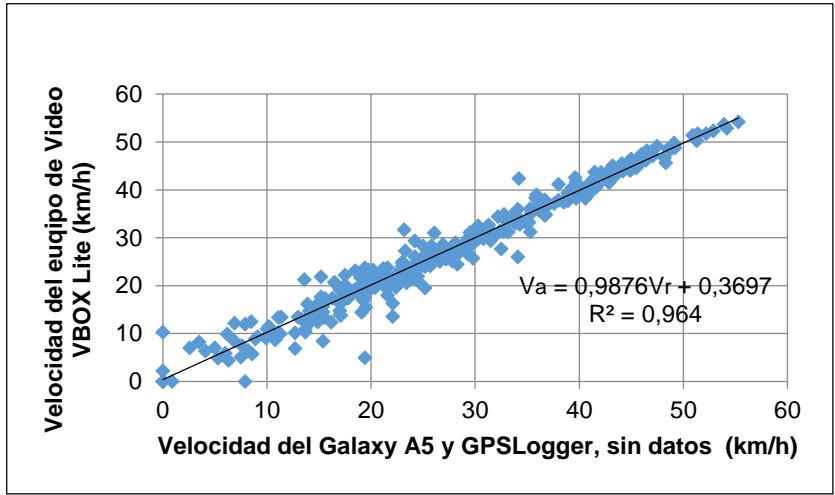


Figura 5.28 Relación de velocidades del sexto recorrido
 Fuente: El autor
 Elaboración: El autor

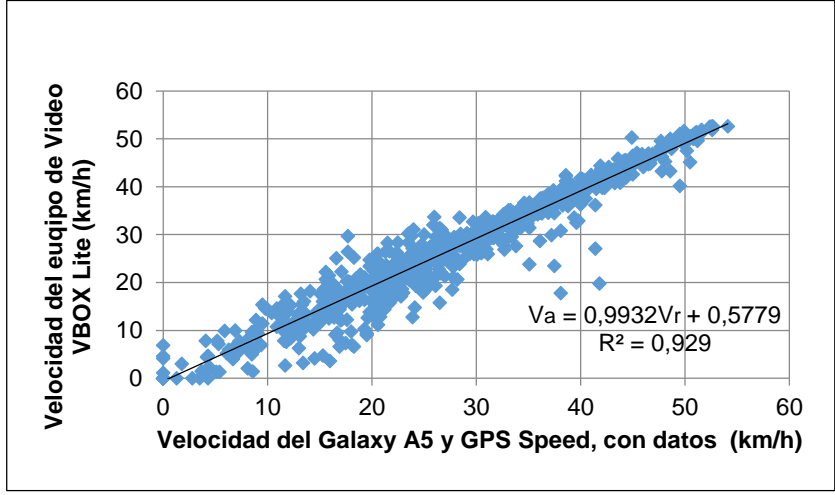


Figura 5.29 Relación de velocidades del séptimo recorrido
 Fuente: El autor
 Elaboración: El autor

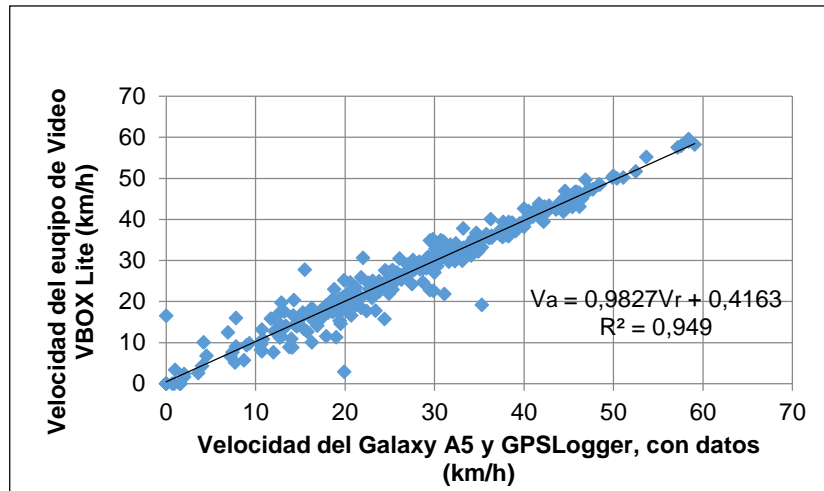


Figura 5.30 Relación de velocidades del octavo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En las Figuras 5.23 hasta la 5.30 se puede observar que las velocidades recogidas con los teléfonos celulares y aplicaciones presentan valores altos de R^2 con las velocidades del equipo de Video VBOX Lite.

5.4. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó el análisis de patrones de comportamiento de posición (estático) y de velocidad (dinámico). El análisis estático se dividió en errores mínimos, máximos y RMSE. En lo que respecta a los errores mínimos se obtuvo que el teléfono celular Galaxy A5, aplicación GPSLogger y submodo chip presentan valores menores de error mínimo. Asimismo los días con un mayor error mínimo se presentaron los lunes y viernes. Por otro lado con el teléfono celular Galaxy A5, aplicación GPS Speed y submodo chip y Wi-Fi se consiguieron valores menores de error máximo, mientras que los días con un mayor error máximo fueron: lunes, miércoles, jueves y sábado. Por último, el teléfono celular Galaxy A5, aplicación GPSLogger y submodo chip y Wi-Fi obtuvieron valores menores de error RMSE y en los días: lunes, viernes y sábado, se presentó un mayor error RMSE.

Además en este capítulo se realizó un análisis para determinar que variables independientes influyen sobre el RMSE de velocidad. Las variables de mayor influencia fueron: la velocidad media, relación H/a y el azimut. Sin embargo, esta última variable presentó mejores tendencias estadísticas. De igual forma, se analizó la relación entre las velocidades recogidas mediante las aplicaciones y sus teléfonos celulares con las velocidades del equipo de Video VBOX Lite, donde se pudo observar una alta relación entre ambas velocidades.

CAPÍTULO VI
CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS

6.1. Introducción

En este capítulo se muestra la calibración y validación de los modelos de velocidad. Primeramente se indica la calibración de los modelos y seguidamente la validación de dichos modelos.

Se realizó la calibración de 16 modelos de velocidad por medio del análisis de regresión lineal; 8 modelos corresponden al RMSE de la velocidad, y los otros 8, a los modelos de ajuste de la velocidad recogida con los teléfonos celulares y aplicaciones. Se obtuvo un modelo para cada recorrido realizado; es decir, para cada tipo de teléfono celular, aplicación y uso de internet móvil.

Para la validación de los modelos se seleccionó un nuevo circuito donde se recolectaron datos de las variables independientes y dependiente.

6.2. Calibración de modelos

Los modelos de velocidad se calibraron en función de las variables independientes de mayor influencia obtenidas en el capítulo anterior. Para realizar la calibración se usó el método estadístico: regresión lineal, mediante el uso del programa Microsoft Office Excel (2013).

6.2.1. Modelos de velocidad

Se calibraron modelos de RMSE de la velocidad entre los teléfonos celulares y aplicaciones con las velocidades del equipo de Video VBOX Lite. La variable independiente con la que se calibró éstos modelos fue el azimut, la misma que resultó ser la variable estadísticamente más significativa. En la Tabla 6.1 se exponen los modelos de RMSE de la velocidad propuestos para cada recorrido, con su respectivo rango de aplicación de la ecuación y coeficiente de determinación. Los RMSE obtenidos de las ecuaciones serán los valores máximos posibles, puesto que las ecuaciones se obtuvieron a partir de dichos valores.

Tabla 6.1 Ecuaciones propuestas de RMSE máximos de velocidad para cada recorrido

Recorridos	Rango del azimut	Ecuación	Coficiente de determinación (R ²)	Número de ecuación
Primer recorrido	3,9 – 290	$RMSE_{m\acute{a}x} = 1,7609 - 0,0019 Az$	0,779	(6.1)
Segundo recorrido	3,9 – 315	$RMSE_{m\acute{a}x} = 3,6613 - 0,0093 Az$	0,723	(6.2)
Tercer recorrido	5 – 315	$RMSE_{m\acute{a}x} = 4,0505 - 0,0095 Az$	0,782	(6.3)
Cuarto recorrido	3,9 – 315	$RMSE_{m\acute{a}x} = 3,0039 - 0,0045 Az$	0,778	(6.4)

Tabla 6.1 Ecuaciones propuestas de RMSE máximos de velocidad para cada recorrido (continuación)

Recorridos	Rango del azimut	Ecuación	Coefficiente de determinación (R ²)	Número de ecuación
Quinto recorrido	2,7 – 315	$RMSE_{m\acute{a}x} = 5,4337 - 0,0145 Az$	0,890	(6.5)
Sexto recorrido	3,7 – 315	$RMSE_{m\acute{a}x} = 3,9491 - 0,0089 Az$	0,737	(6.6)
Séptimo recorrido	2,7 – 311	$RMSE_{m\acute{a}x} = 4,5981 - 0,0109 Az$	0,771	(6.7)
Octavo recorrido	3,7 – 315	$RMSE_{m\acute{a}x} = 7,0619 - 0,0201 Az$	0,759	(6.8)

$RMSE_{m\acute{a}x}$ = RMSE (raíz del error cuadrático medio) máximo de velocidad en el tramo,
 Az = Azimut del tramo.

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De igual forma se calibraron varios modelos, producto de la relación de velocidad entre el equipo de Video VBOX Lite y los teléfonos celulares con sus aplicaciones. La variable con la que se calibró el modelo, fue la velocidad recogida con los teléfonos celulares y aplicaciones de cada recorrido. Los modelos calibrados para cada recorrido se presentan en la Tabla 6.2 con su rango de aplicación y coeficiente de determinación.

Tabla 6.2 Ecuaciones propuestas de velocidad ajustada para cada recorrido

Recorridos	Rango de velocidad recolectada (km/h)	Ecuación	Coefficiente de determinación (R ²)	Número de ecuación
Primer recorrido	0 – 50,6	$V_a = 0,1979 + 0,9902 V_r$	0,992	(6.9)
Segundo recorrido	0 – 49,0	$V_a = 0,5142 + 0,9749 V_r$	0,985	(6.10)
Tercer recorrido	0 – 50,3	$V_a = 0,2696 + 0,9867 V_r$	0,983	(6.11)
Cuarto recorrido	0 – 51,6	$V_a = 0,2255 + 0,9913 V_r$	0,984	(6.12)
Quinto recorrido	0 – 51,9	$V_a = 0,1182 + 0,9960 V_r$	0,946	(6.13)
Sexto recorrido	0 – 55,3	$V_a = 0,3697 + 0,9876 V_r$	0,964	(6.14)
Séptimo recorrido	0 – 54,1	$V_a = 0,5779 + 0,9932 V_r$	0,929	(6.15)
Octavo recorrido	0 – 59,1	$V_a = 0,4163 + 0,9827 V_r$	0,949	(6.16)

V_a = Velocidad ajustada en km/h,
 V_r = Velocidad recolectada en km/h.

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

La velocidad que resulta de las ecuaciones se la denominó como velocidad ajustada (V_a), mientras que la velocidad que se ingresa en la ecuación se la llamó velocidad recolectada (V_r). Esta última se obtiene por medio de los teléfonos celulares conjuntamente con las aplicaciones y uso de internet móvil.

6.3. Datos para la validación

Para efectuar la validación de los resultados o modelos calibrados se seleccionó un pequeño circuito donde se recogieron datos de velocidad por medio de los equipos seleccionados y además información de las variables independientes que se consideraron en los modelos. El circuito comprendió 7 tramos de estudio, con una longitud aproximada de 950 m y un tiempo de recorrido entre 3 a 5 minutos según las condiciones de tráfico. En la Figura 6.1 se muestra el circuito seleccionado, donde A es el punto de inicio y B es el punto final del circuito.

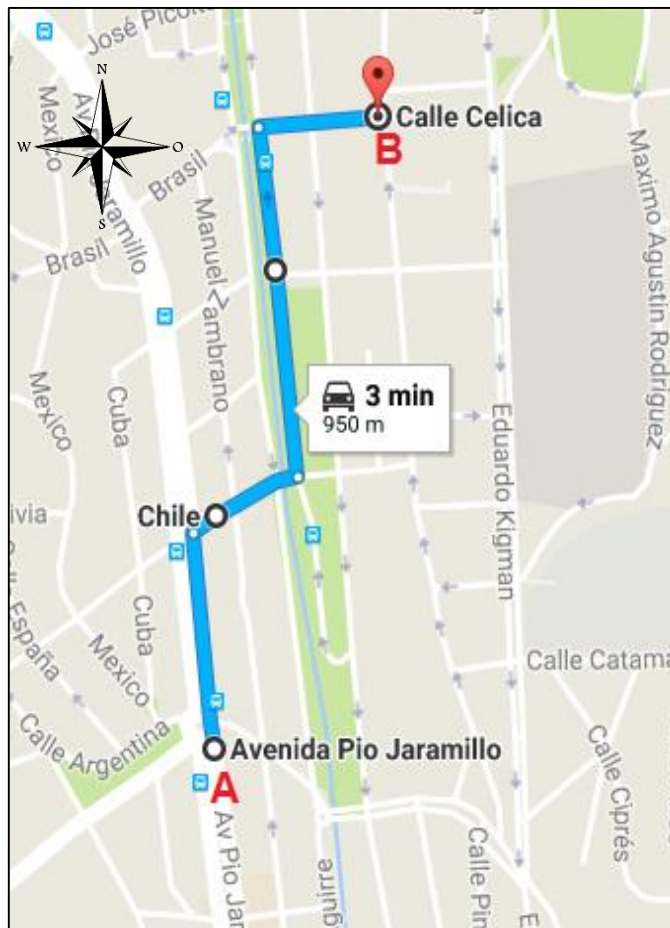


Figura 6.1 Circuito de validación

Fuente: Google Maps

Elaboración: El autor

Los tramos que componen el circuito de validación presentan características semejantes a los tramos seleccionados en el análisis dinámico de estudio, con el cual se calibraron los modelos. En la Tabla 6.3 se indican los tramos considerados para la validación con el nombre de su

calle principal y sus calles transversales, y en la Tabla 6.4 se presentan algunas características de dichos tramos e información de la variable independiente azimut.

Tabla 6.3 Tramos de estudio para la validación

TRAMOS	CALLE PRINCIPAL	DE	HASTA
TRAMO 1	Av. Pio Jaramillo	Av. Gobernación de Mainas	Chile
TRAMO 2	Chile	Av. Pio Jaramillo	Manuel Zambrano
TRAMO 3	Chile	Manuel Zambrano	Av. Universitaria
TRAMO 4	Av. Universitaria	Chile	Gonzanama
TRAMO 5	Av. Universitaria	Gonzanama	Celica
TRAMO 6	Celica	Av. Universitaria	18 de Noviembre
TRAMO 7	Celica	18 de Noviembre	Sucre

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla 6.4 Características y azimut de los tramos de estudio para la validación

TRAMOS	Números de carriles	Presencia de estacionamiento	Presencia de acera	Presencia de parterre	Sentido	Azimut
TRAMO 1	3	1	1	1	Unidireccional	96,0
TRAMO 2	2	0	2	0	Bidireccional	33,3
TRAMO 3	2	0	2	0	Bidireccional	28,7
TRAMO 4	3	0	2	0	Unidireccional	97,0
TRAMO 5	3	0	2	0	Unidireccional	94,7
TRAMO 6	3	1	2	0	Unidireccional	4,9
TRAMO 7	3	1	2	0	Unidireccional	15,7

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.4 se puede notar que los azimuts de los tramos de validación, se encuentran dentro del rango de las ecuaciones expuestas de la Tabla 6.1, lo que indica que las ecuaciones son aptas para usarlas en dichos tramos.

Para la recolección de datos de la variable dependiente se utilizó el equipo de Video VBOX Lite y las aplicaciones de teléfono celular de igual manera que en el análisis dinámico; con el mismo número de recorridos y mismas variaciones. En la Tabla 6.5 se muestran los recorridos realizados.

Tabla 6.5 Detalle de los recorridos realizados para la validación

Recorridos	Fecha	Hora de inicio (hh:mm:ss)	Equipos		Aplicación	Uso de datos
Primer recorrido	28/03/2017	21:09:00	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPS Speed	No
Segundo recorrido	28/03/2017	21:30:46	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPSLogger	No
Tercer recorrido	28/03/2017	21:49:16	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPS Speed	Si
Cuarto recorrido	28/03/2017	22:08:54	Video VBOX Lite	Galaxy S6	GPSLogger	Si
Quinto recorrido	28/03/2017	22:25:41	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPS Speed	No
Sexto recorrido	28/03/2017	22:41:11	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPSLogger	No
Séptimo recorrido	28/03/2017	22:57:09	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPS Speed	Si
Octavo recorrido	28/03/2017	23:12:31	Video VBOX Lite	Galaxy A5	GPSLogger	Si

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

El procesamiento de datos de la variable dependiente correspondiente a la velocidad recogida para la validación de los modelos, se realizó de la misma forma que el procesamiento de datos dinámicos de la variable dependiente, donde se realizó de la diferencia de velocidades entre el equipo de Video VBOX Lite y las recogidas por los teléfonos celulares con sus aplicaciones, donde se obtuvo el RMSE de la velocidad por cada tramo y recorrido. Los resultados del RMSE se indican en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6 RMSE de velocidad por tramo de los recorridos realizados para la validación

TRAMOS	Primer recorrido	Segundo recorrido	Tercer recorrido	Cuarto recorrido	Quinto recorrido	Sexto recorrido	Séptimo recorrido	Octavo recorrido
	RMSE de la velocidad (km/h)							
TRAMO 1	1,21	1,49	3,33	3,07	3,36	2,49	1,87	2,31
TRAMO 2	0,88	1,30	2,49	0,48	2,91	0,46	1,35	1,76
TRAMO 3	3,28	1,59	3,59	1,06	6,27	1,55	2,55	0,84
TRAMO 4	0,52	0,80	1,28	0,41	2,20	0,64	0,78	2,11
TRAMO 5	1,12	0,77	1,39	0,89	2,67	0,85	0,92	0,93
TRAMO 6	1,24	0,35	2,22	1,67	3,34	0,64	1,73	2,49
TRAMO 7	0,72	0,59	2,87	1,35	3,55	1,51	3,21	2,80

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Además se utilizaron las velocidades de ambos equipos para poder realizar la validación del modelo de ajuste de la velocidad propuesto. En el anexo C.1 se indican las velocidades recogidas con ambos equipos.

6.4. Validación de los modelos calibrados

Se utilizaron los siguientes parámetros estadísticos: gráficas de valores observados versus estimados, errores del pronóstico y la prueba del Chi-Cuadrado; para la validación de los modelos de velocidad.

Los errores del pronóstico se usan para analizar las diferencias entre el valor observado y el valor estimado. Dentro de éstos se hallan:

- El error cuadrático medio (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{observado}_i - \text{estimado}_i)^2 \quad (6.17)$$

- El error absoluto de la media (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\text{observado}_i - \text{estimado}_i| \quad (6.18)$$

- El error absoluto porcentual de la media (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{observado_i - estimado_i}{estimado_i} \right| \times 100 \quad (6.19)$$

El error cuadrático medio (MSE) representa el cuadrado del error promedio, el error absoluto de la media (MAE) representa el error promedio y el error absoluto porcentual de la media (MAPE) representa el porcentaje del error promedio (Paladines, 2016).

La prueba de Chi-Cuadrado se utilizó aquella que permite realizar la bondad de ajuste de las ecuaciones calibradas. Donde se compara el estadístico Chi-Cuadrado con el valor Chi-Cuadrado crítico, y si el valor obtenido es mayor que el crítico, quiere decir que existe una diferencia significativa entre los valores observados y valores estimados en un rango de confianza dado (Paladines, 2016). La fórmula para calcular el Chi-Cuadrado es la siguiente:

$$X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(observado_i - estimado_i)^2}{estimado_i} \quad (6.20)$$

Para este caso los valores de $observado_i$ se los obtiene de los tramos de validación y los valores de $estimado_i$ son los que pronostica el modelo calibrado.

Para calcular el valor Chi-Cuadrado crítico se debe determinar: el nivel de significancia (α), el valor de p (probabilidad) y los grados de libertad (v). Se asumió para ello un nivel de significancia de 0,05, que expresa que hay una probabilidad del 0,95 de que la hipótesis nula sea verdadera. Para determinar de valor p y los grados de libertad se aplicó las siguientes fórmulas:

$$p = (1 - \alpha) \quad (6.21)$$

$$v = (k - 1)(r - 1) \quad (6.22)$$

Donde k es el número de columnas y r es el número de filas de la tabla de valores que se comparan. Con el valor de p y v , se determina el valor del Chi-Cuadrado crítico a partir de una tabla de valores de Chi-Cuadrado crítico que se presenta en el anexo C.2.

6.4.1. Validación de los modelos de velocidad

Para validar el RMSE de velocidad se compararon los valores observados y los estimados mediante el modelo calibrado. Cabe indicar que los valores obtenidos de los modelos calibrados representan RMSE máximos, por lo cual no es factible utilizar los errores de pronóstico ni la prueba del Chi-Cuadrado para compararlos con los RMSE observados. Por

ello sólo se empleó las gráficas de valores observados con los estimados para determinar si el modelo propuesto es correcto. Estas representaciones gráficas brindan una información visual de la distribución de los datos alrededor de una línea a 45° o línea de referencia (Paladines, 2016). Para que el modelo sea aceptable gráficamente, la mayoría de los valores RMSE deben encontrarse por encima de la línea de referencia. En las Figuras desde la 6.2 a la 6.9 se muestran los valores observados y estimados de RMSE de velocidad para cada recorrido realizado. Los valores estimados se calcularon según el caso (recorrido) mediante las ecuaciones propuestas en la Tabla 6.1.

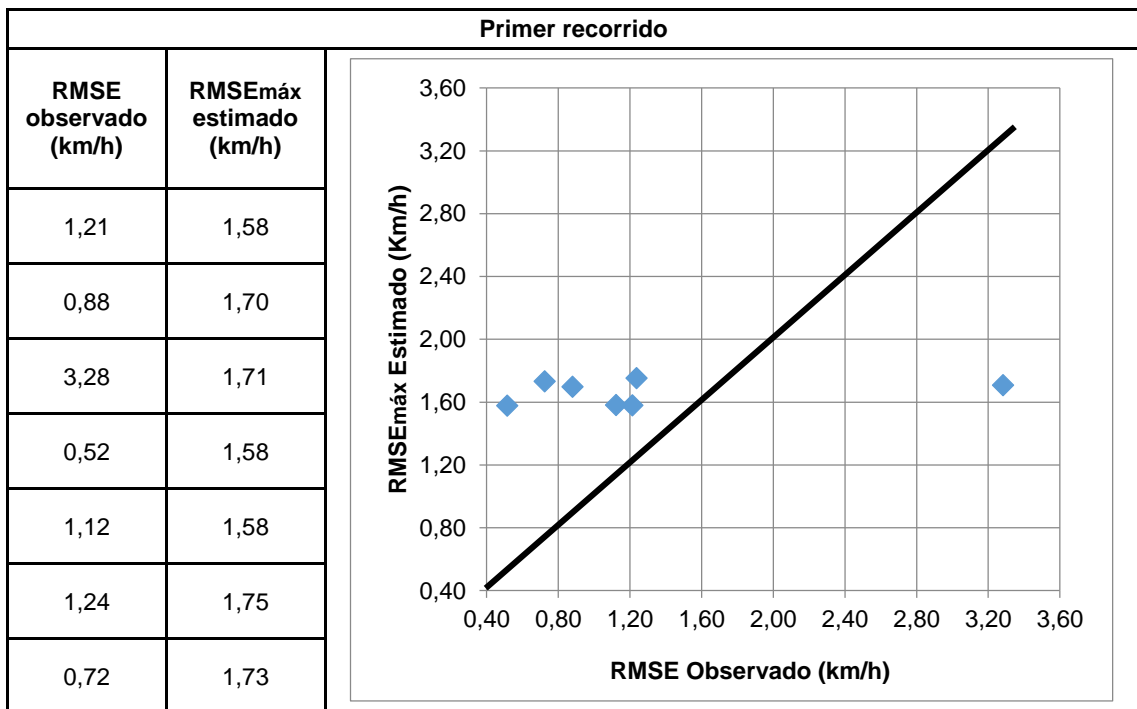


Figura 6.2 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del primer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

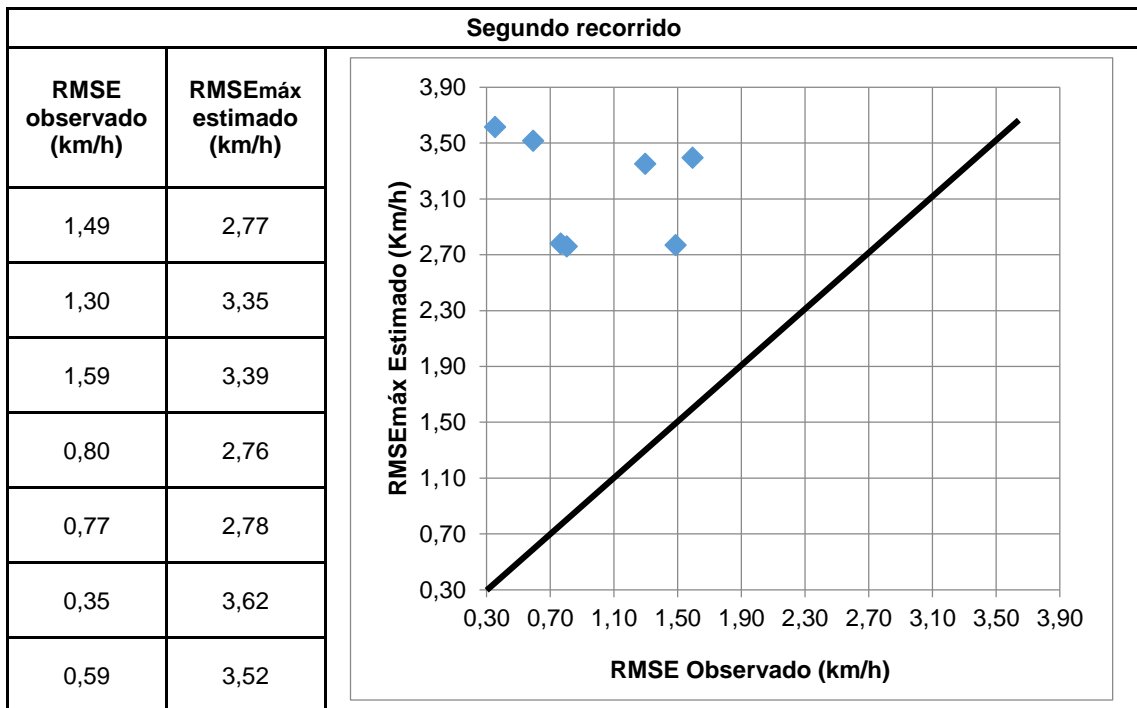


Figura 6.3 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del segundo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

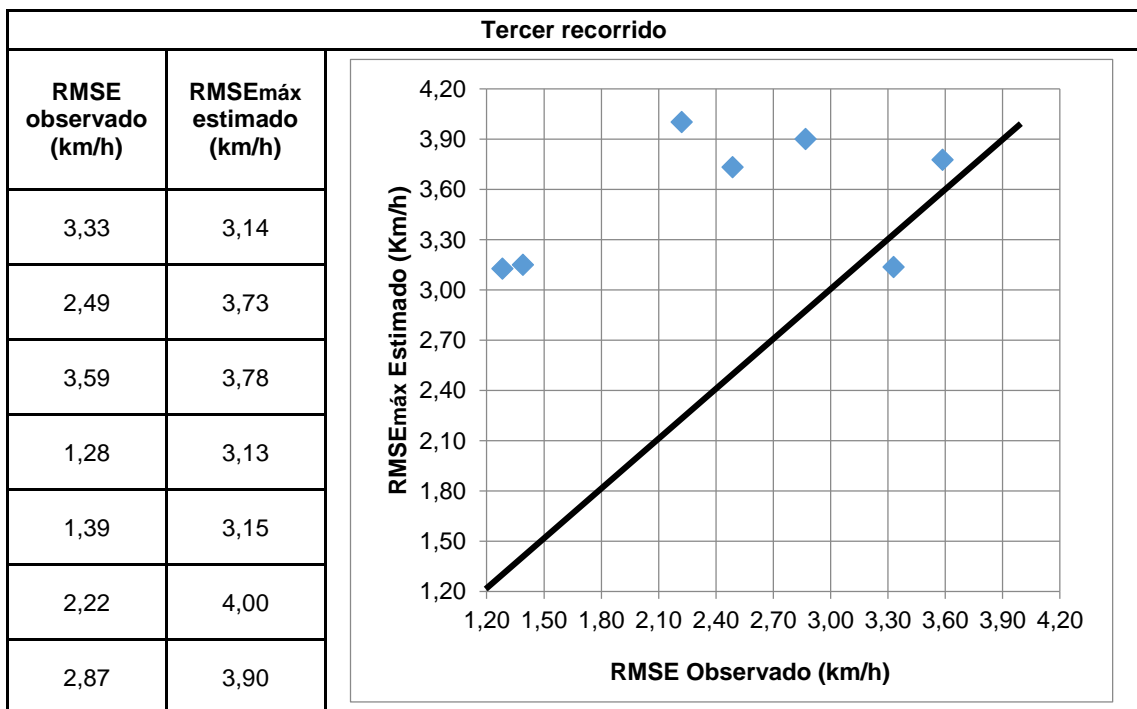


Figura 6.4 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del tercer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

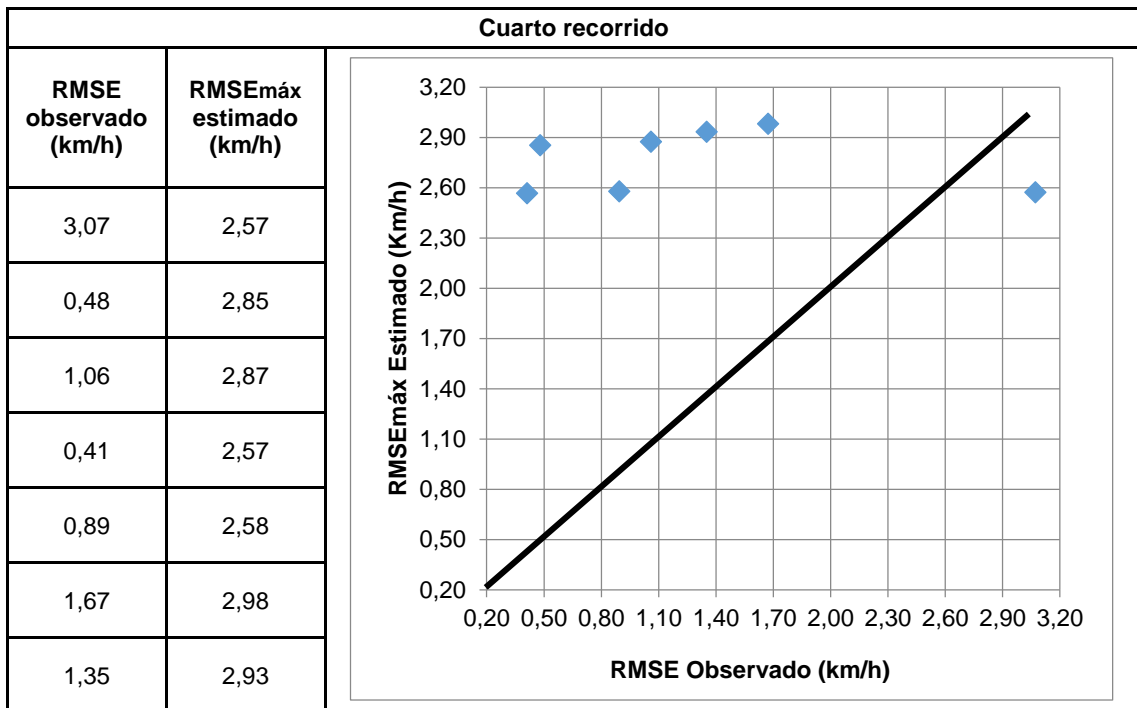


Figura 6.5 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del cuarto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

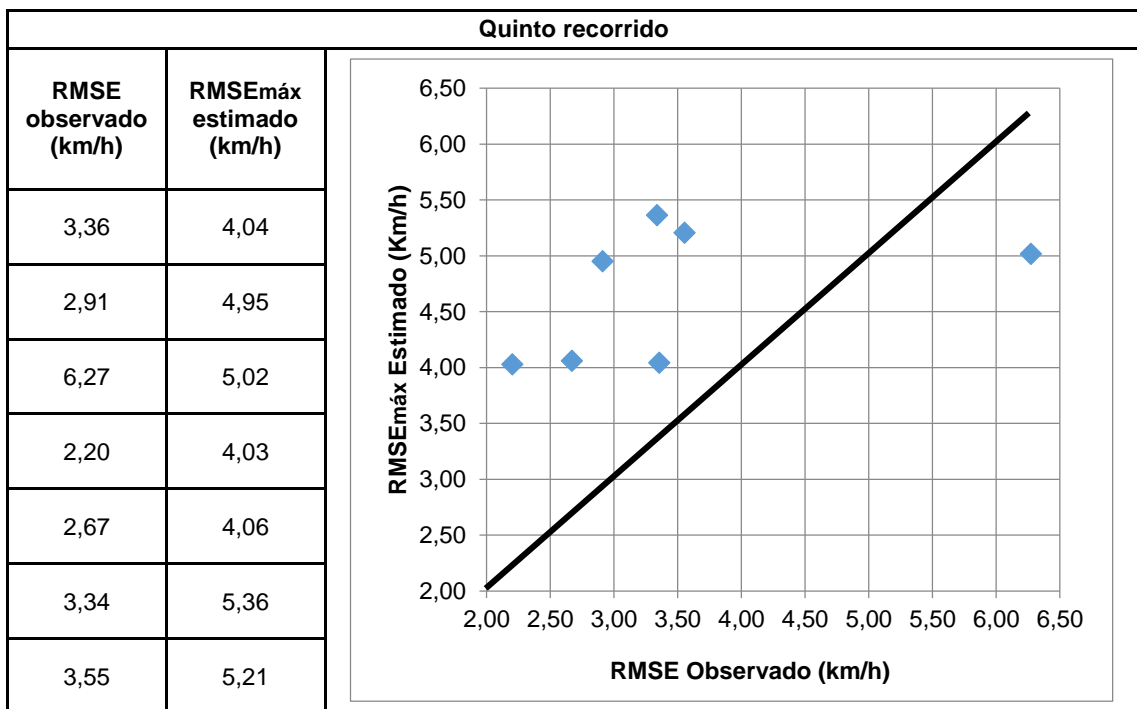


Figura 6.6 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del quinto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

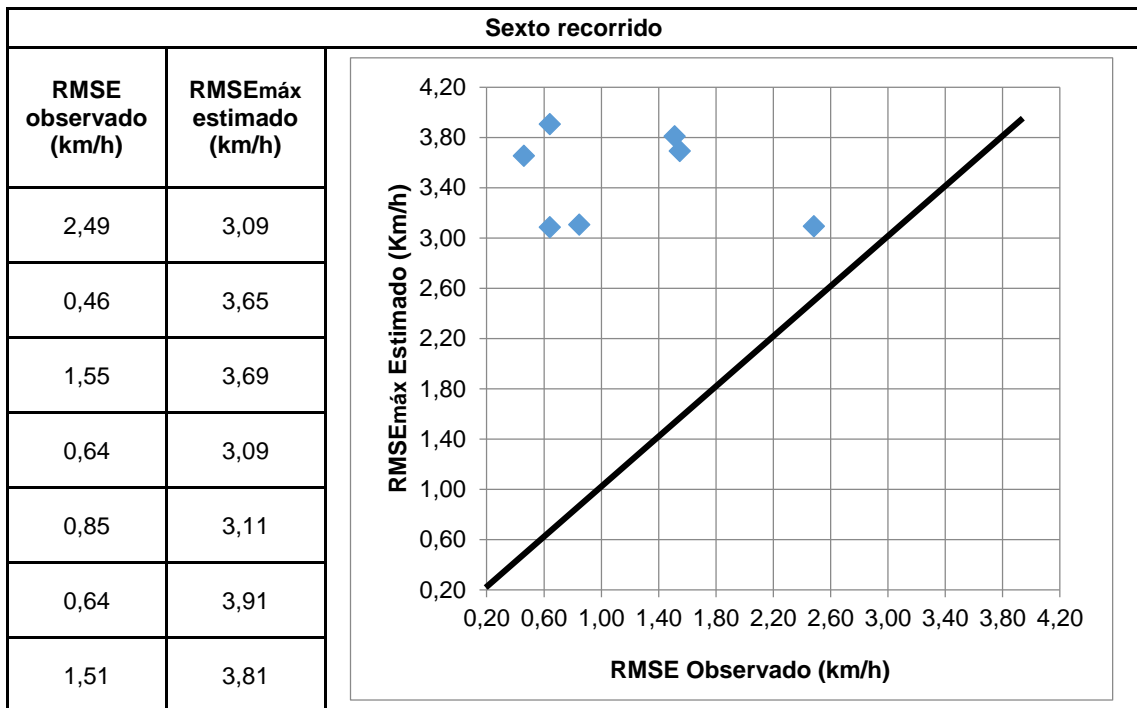


Figura 6.7 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del sexto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

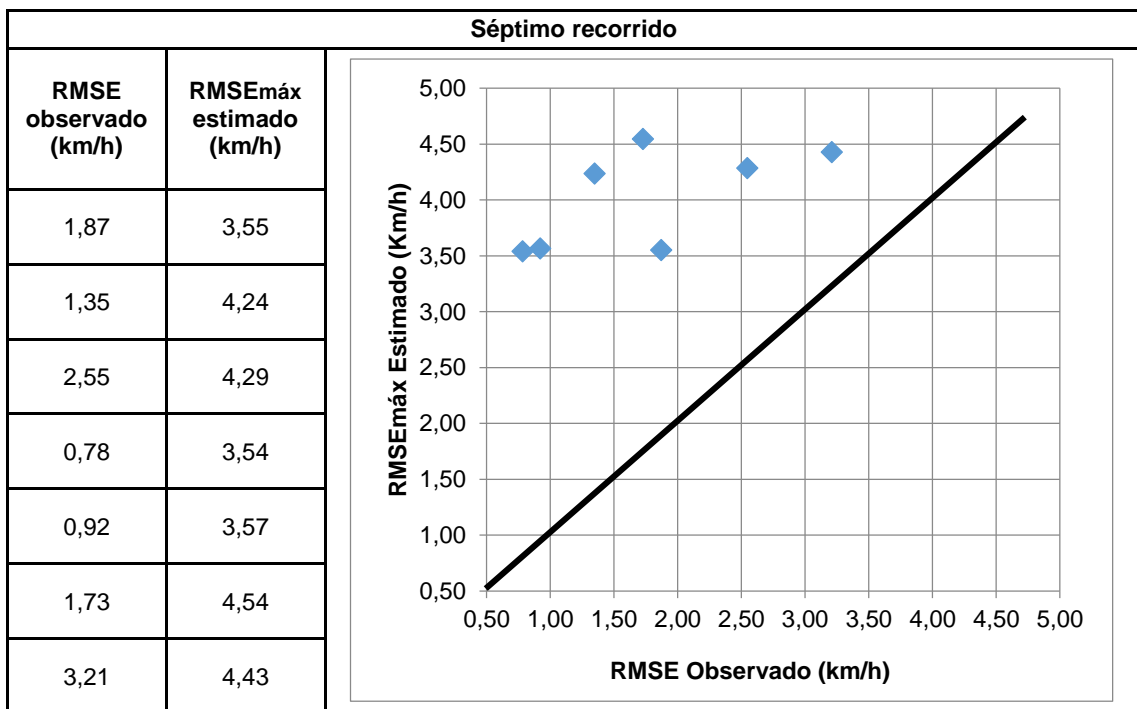


Figura 6.8 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del séptimo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

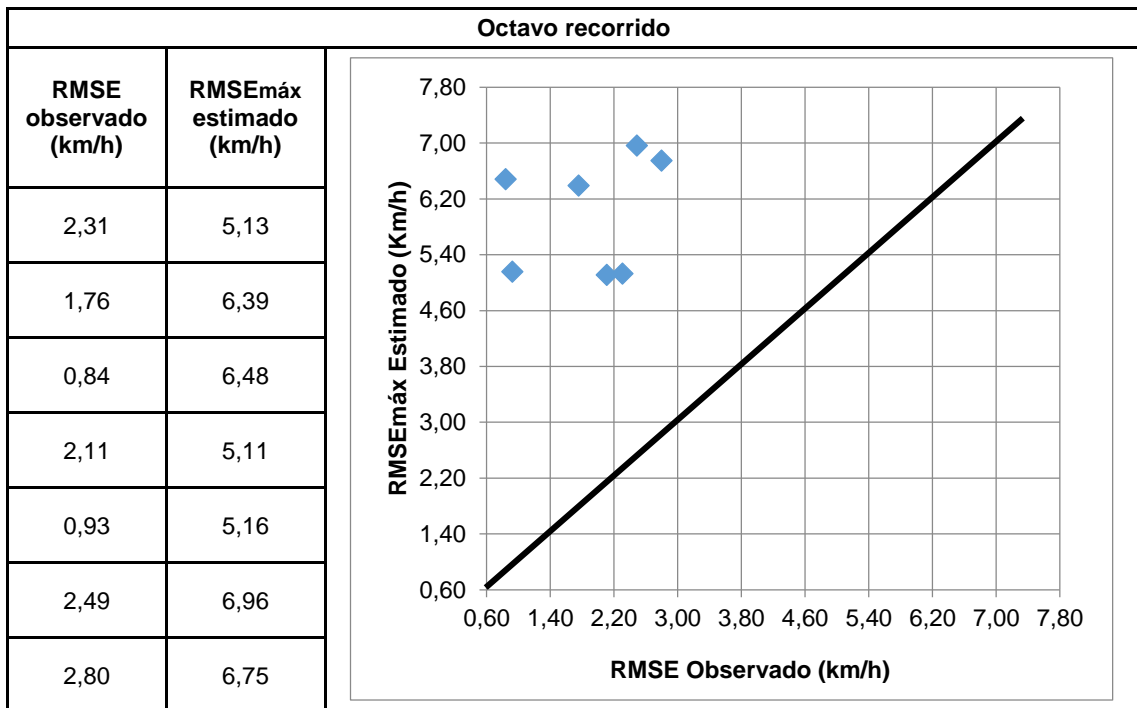


Figura 6.9 Comparación de valores observados y estimados del RMSE de velocidad del octavo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De las Figuras 6.2 hasta la 6.9 se puede decir que; cada gráfica presenta una diferente dispersión en relación a línea de referencia, debido a los diferentes RMSE observados y diferentes modelos calibrados para cada recorrido. Sin embargo, todas las figuras cumplieron con la condición de que la mayoría de valores se ubiquen por encima de la línea de referencia, resultando válidas las ecuaciones propuestas.

Por otro lado se validaron los modelos obtenidos entre la relación de velocidades de los teléfonos celulares y aplicaciones con las velocidades del equipo de Video VBOX Lite. En las Figuras de la 6.10 hasta la 6.17 se presentan las gráficas de los valores de velocidad observados (**V**) versus los valores de velocidad ajustada (**V_a**) que es el valor estimado por las ecuaciones en cada recorrido realizado. Los valores de velocidad observados se recogieron con el equipo de Video VBOX Lite en cada recorrido y la velocidad estimada (**V_a**) se la obtuvo por medio de las ecuaciones indicadas en la Tabla 6.2, dichas velocidades se muestran en el Anexo C.1.

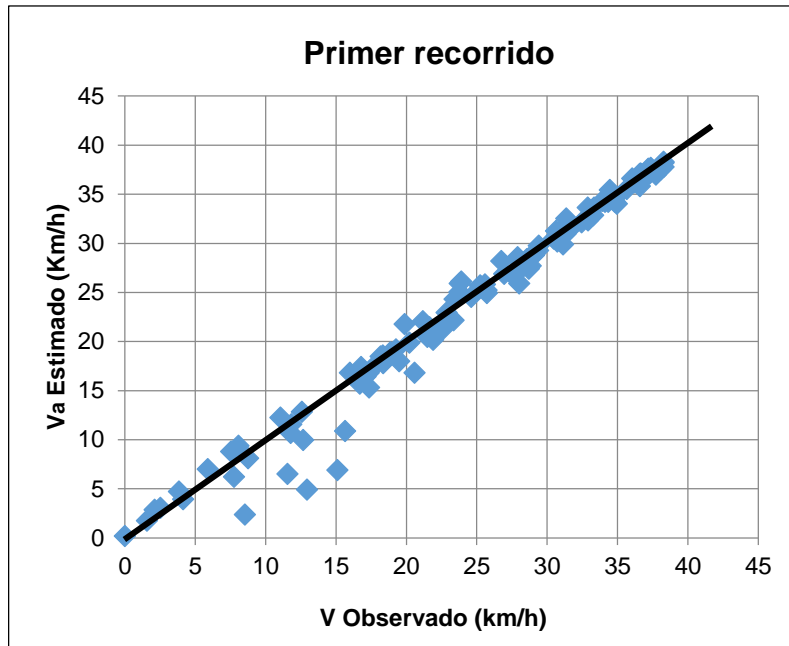


Figura 6.10 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del primer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

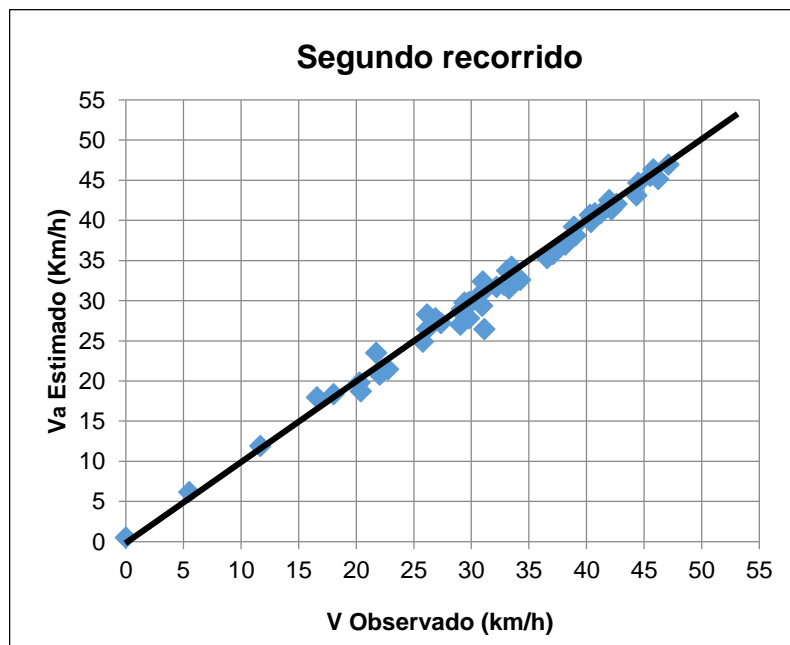


Figura 6.11 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del segundo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

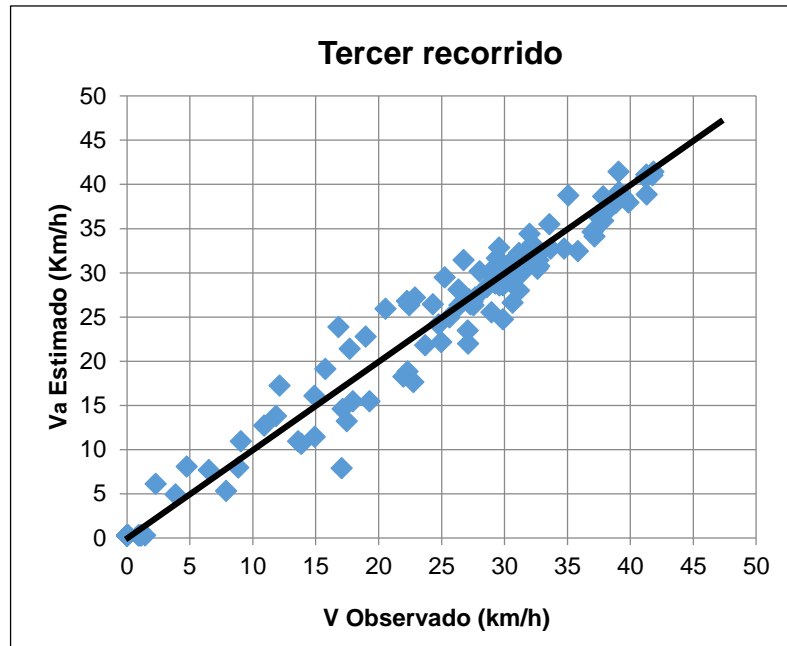


Figura 6.12 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del tercer recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

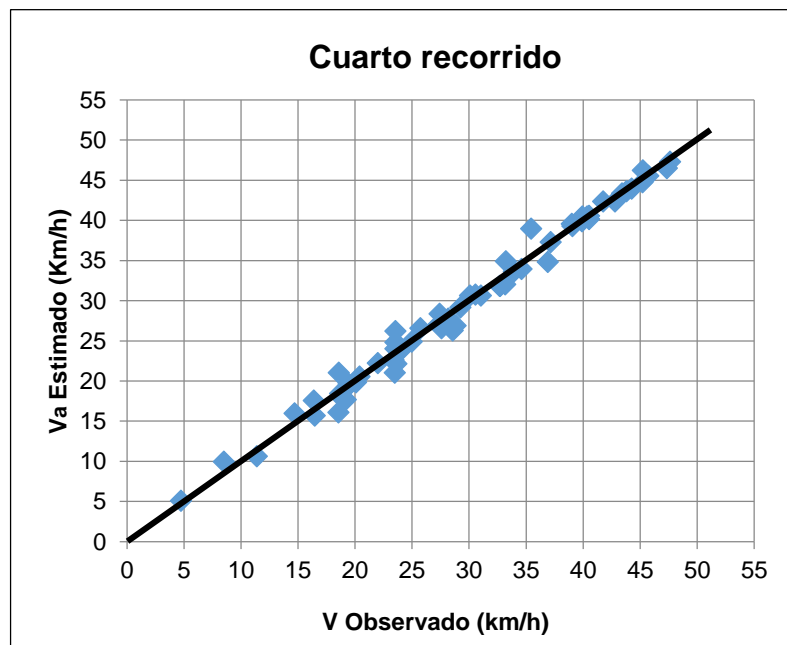


Figura 6.13 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del cuarto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

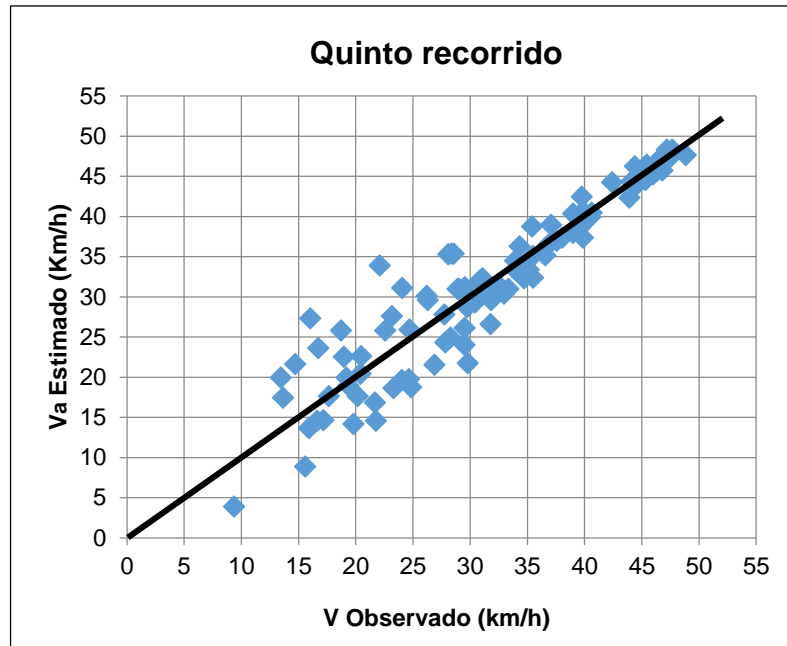


Figura 6.14 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del quinto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

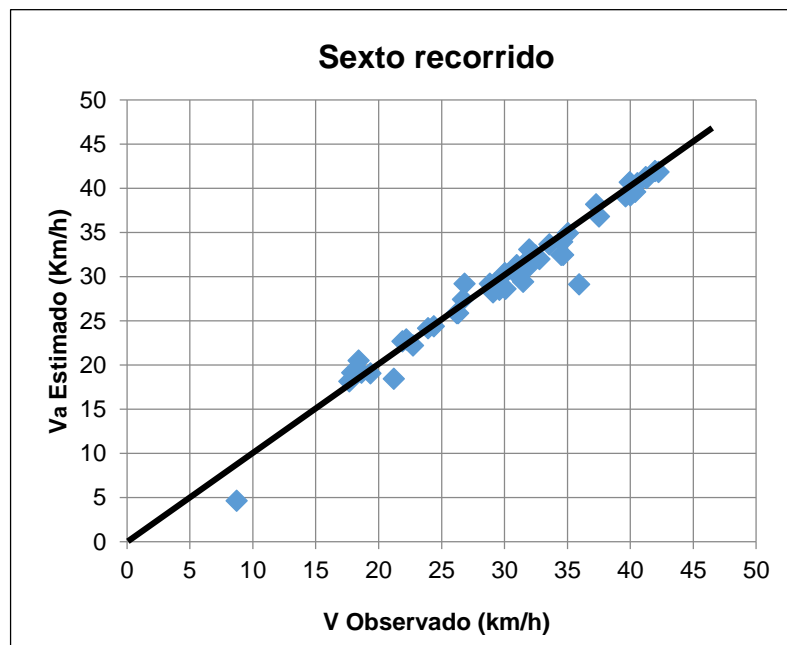


Figura 6.15 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del sexto recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

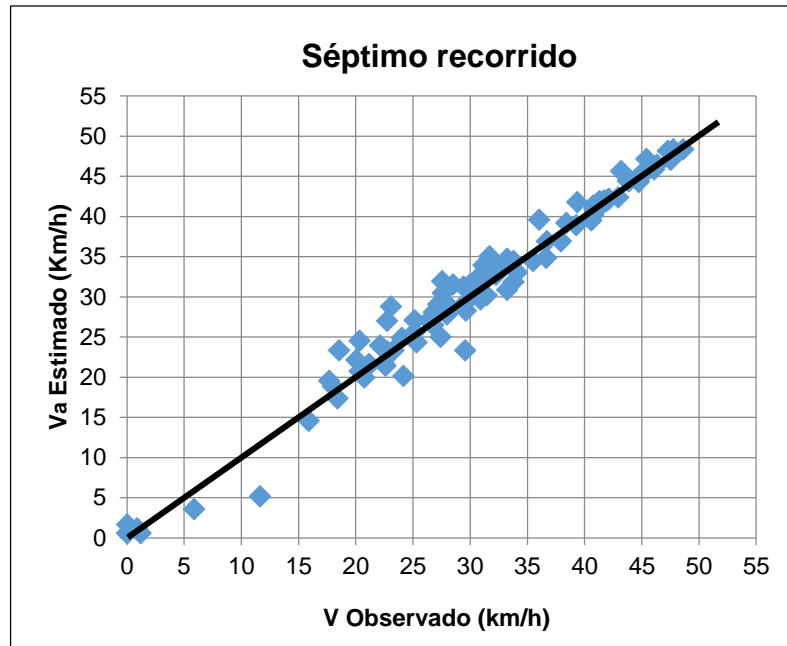


Figura 6.16 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del séptimo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

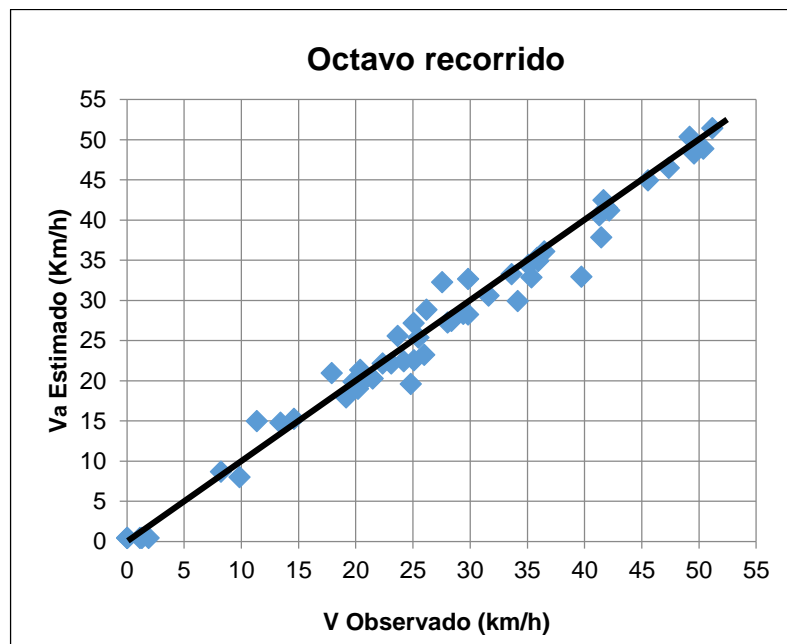


Figura 6.17 Comparación de valores observados y estimados de velocidad del octavo recorrido

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En las Figuras indicadas los valores deben tender a la línea de referencia para garantizar la validez de las ecuaciones. En la Figura 6.12 y 6.14 se presenta una mayor dispersión de los valores, pero estos tienden a estar cerca de la línea de referencia. Para complementar la validación de las ecuaciones, a parte de las representaciones gráficas entre el valor observado

y estimado, se calcularon los errores de pronóstico para determinar las diferencias exactas entre los valores observados y estimados. Y se emplearon las pruebas de Chi-Cuadrado y Chi-Cuadrado crítico. En la Tabla 6.7 se indican los resultados obtenidos.

Tabla 6.7 Errores de pronóstico, prueba de Chi-Cuadrado y Chi-Cuadrado crítico

Recorridos	Primer recorrido	Segundo recorrido	Tercer recorrido	Cuarto recorrido	Quinto recorrido	Sexto recorrido	Séptimo recorrido	Octavo recorrido
Tramos	7	7	7	7	7	7	7	7
MSE (km/h) ²	2,45	1,34	4,71	1,28	13,24	2,28	3,63	4,32
MAE (km/h)	0,84	0,85	1,48	0,82	2,62	0,92	1,32	1,55
MAPE (%)	9,67	4,99	41,74	3,50	12,00	4,90	10,31	23,57
X ² calculado	50,78	3,21	69,58	3,26	64,48	7,03	24,59	17,90
X ² 5% crítico	152,09	70,99	191,61	79,08	125,46	64,00	124,34	69,73

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En la Tabla 6.7 los errores de pronóstico son bajos, a excepción del tercer y octavo recorrido que presentan un mayor error en el MAPE en relación a los demás recorridos. Sin embargo para la aceptación de las ecuaciones se observó que los valores de prueba Chi-Cuadrado sean menores a los del Chi-Cuadrado crítico, lo que indica que, no existen diferencias significativas entre los valores observados para la validación y los valores estimados con las ecuaciones. Las ecuaciones propuestas cumplen con lo mencionado, siendo todas las ecuaciones satisfactorias y aceptadas.

6.4.1.1. Modelo teórico propuesto (uso de los modelos)

Este modelo no es más que la unión de los resultados de los dos modelos anteriormente indicados, donde de acuerdo a las diferentes condiciones planteadas para cada recorrido, el usuario podrá hacer uso de ellos según su conveniencia. Para utilizar las ecuaciones propuestas de la Tabla 6.1 y 6.2 se deberá realizar lo siguiente:

- Primeramente se debe tener en cuenta que cada uno de los recorridos detallados en la Tabla 3.4, representan las condiciones particulares de partida para efectuar la recolección de datos de velocidad y así poder usar las ecuaciones de la Tabla 6.1 y 6.2.
- Una vez identificado el teléfono celular, aplicación y uso de internet de la Tabla 3.4, se procede a recolectar los datos de velocidad en el tramo que se requiere.
- Se debe conocer el azimut del tramo de estudio y reemplazarse en las ecuaciones de la Tabla 6.1 según las condiciones descritas anteriormente. El valor obtenido será el error máximo (RMSE) en el tramo.

- El valor de velocidad recolectado con las aplicaciones y teléfonos celulares se sustituye en las ecuaciones de la Tabla 6.2 según las condiciones de partida, para encontrar un valor más preciso de dicha velocidad.
- El RMSE obtenido indicara el umbral de error del valor de velocidad obtenido con la Tabla 6.2.

Para entender de mejor manera lo expuesto, se realizó los siguientes ejemplos de aplicación.

Ejemplo 1:

Se requiere determinar el rango de error de las velocidades recogidas en un tramo de estudio, el cual tiene un valor de azimut igual a 33,3.

Procedimiento:

- a) Se selecciona el teléfono celular, aplicación y uso de datos; en este ejemplo se escogió el Galaxy S6 con la aplicación GPS Speed y sin internet móvil (datos), y se identificó a que condición pertenece según la Tabla 3.4, que en este caso corresponde al primer recorrido, por lo cual se utilizarán las ecuaciones 6.1 y 6.9.
- b) Se asume que con el uso del teléfono celular Galaxy S6, aplicación GPS Speed y sin internet móvil se recogen las siguientes velocidades: $V_1=15,20$ km/h, $V_2=24,50$ km/h, $V_3=34,10$ km/h y $V_4= 34,70$ km/h.
- c) Se calcula el valor del RMSE, reemplazando el azimut de 33,3 del tramo en la ecuación 6.1, obteniéndose un RMSE igual a 1,69 km/h.
- d) Ahora bien los valores de velocidad del paso b), se reemplazan en la ecuación 6.9, obteniéndose las siguientes velocidades: $V_1=15,25$ km/h, $V_2=24,46$ km/h, $V_3=33,96$ km/h y $V_4=34,56$ km/h respectivamente.
- e) Para cada valor de velocidad y según el RMSE, se puede concluir que los umbrales de error son los siguientes:

$$V_1=15,25 \text{ km/h} \pm 1,69 \text{ km/h}$$

$$V_2=24,46 \text{ km/h} \pm 1,69 \text{ km/h}$$

$$V_3=33,96 \text{ km/h} \pm 1,69 \text{ km/h}$$

$$V_4=34,56 \text{ km/h} \pm 1,69 \text{ km/h}$$

El proceso descrito en este ejemplo, se debe aplicar para ajustar los valores de velocidad y de igual forma conocer el rango de error que puede tener dichos valores de velocidad. Según las condiciones de partida (teléfono celular, aplicación y uso de datos) se podrán usar las ecuaciones de la Tabla 6.1 y 6.2.

Ejemplo 2:

Usar la información del ejercicio 1, para determinar el rango de error de las velocidades recogidas cuando se hace uso de internet móvil (datos).

Procedimiento:

- a) Se usa el teléfono celular Galaxy S6, la aplicación GPS Speed y con internet móvil (datos); según estas condiciones y usando la Tabla 3.4 se debe emplear la información correspondiente al tercer recorrido, por lo cual se hará uso de las ecuaciones 6.3 y 6.11.
- b) Se asume que con el uso del teléfono celular Galaxy S6, aplicación GPS Speed y con internet móvil se recogen las mismas velocidades del ejemplo 1: $V_1=15,20$ km/h, $V_2=24,50$ km/h, $V_3=34,10$ km/h y $V_4= 34,70$ km/h.
- c) Se calcula el valor del RMSE, reemplazando el azimut de 33,3 en la ecuación 6.3, obteniéndose un RMSE igual a 3,73 km/h.
- d) Los valores de velocidad del paso b), se reemplazan en la ecuación 6.11, obteniéndose las siguientes velocidades: $V_1=15,27$ km/h, $V_2=24,44$ km/h, $V_3=33,91$ km/h y $V_4=34,5$ km/h respectivamente.
- e) Para cada valor de velocidad ajustada y según el RMSE, se puede concluir que los umbrales de error son los siguientes:

$$V_1=15,27 \text{ km/h} \pm 3,73 \text{ km/h}$$

$$V_2=24,44 \text{ km/h} \pm 3,73 \text{ km/h}$$

$$V_3=33,91 \text{ km/h} \pm 3,73 \text{ km/h}$$

$$V_4=34,50 \text{ km/h} \pm 3,73 \text{ km/h}$$

La velocidad ajustada que se obtiene bajo las condiciones expuestas en este ejemplo, tendrán un valor de precisión de $\pm 3,73$ km/h

Ejemplo 3:

Se requiere determinar el rango de error de las velocidades recogidas en un tramo, el cual tiene un valor de azimut igual a 97,0 y se desea utilizar el teléfono celular Galaxy A5 con la aplicación GPSLogger y sin hacer uso de internet móvil (datos).

Procedimiento:

- a) Se identifica a que condición pertenece según la Tabla 3.4, que en este caso corresponde al sexto recorrido, por lo tanto se utilizarán las ecuaciones 6.6 y 6.14.
- b) Para este caso se asume que con el uso del teléfono celular Galaxy A5, aplicación GPSLogger y sin internet móvil se recogen las siguientes velocidades: $V_1=8,72$ km/h, $V_2=19,34$ km/h, $V_3=29,09$ km/h y $V_4= 37,27$ km/h.

- c) Se calcula el valor del RMSE, reemplazando el azimut de 97,0 del tramo en la ecuación 6.6, obteniéndose un RMSE igual a 3,09 km/h.
- d) Ahora bien los valores de velocidad del paso b), se reemplazan en la ecuación 6.14, obteniéndose las siguientes velocidades: $V_1=8,98$ km/h, $V_2=19,47$ km/h, $V_3=29,10$ km/h y $V_4=37,18$ km/h respectivamente.
- e) Para cada valor de velocidad ajustada se tiene los siguientes umbrales de error:

$$V_1=8,98 \text{ km/h} \pm 3,09 \text{ km/h}$$

$$V_2=19,47 \text{ km/h} \pm 3,09 \text{ km/h}$$

$$V_3=29,10 \text{ km/h} \pm 3,09 \text{ km/h}$$

$$V_4=37,18 \text{ km/h} \pm 3,09 \text{ km/h}$$

6.5. Resumen y conclusiones

En este capítulo se presentó la calibración y validación de los modelos de velocidad. Los 8 modelos de RMSE máximo de la velocidad se determinaron a partir de la dirección de los tramos (azimut) y los 8 modelos de velocidad de corrección se obtuvieron de la relación de velocidad entre el equipo de Video VBOX Lite y los teléfonos celulares con sus aplicaciones respectivas.

Para realizar la validación de los modelos propuestos se emplearon gráficas de valores observados versus estimados, un análisis de los errores de pronóstico y prueba del Chi-Cuadrado, encontrando que no existen diferencias significativas entre los valores observados y los valores estimados de las ecuaciones, dando como resultado la validez de las ecuaciones planteadas. Así mismo se efectuó unos ejemplos de cálculo para poder utilizar las ecuaciones desarrolladas de manera correcta.

CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo el propósito de realizar un análisis de posición en estático que permita dar a conocer los errores que se pueden encontrar con los teléfonos celulares y aplicaciones seleccionadas, y de igual forma desarrollar un análisis dinámico que permita proponer modelos de velocidad para determinar el RMSE máximo en función de las variables independientes de mayor influencia, así como también modelos que permitan ajustar la velocidad en tramos urbanos. De los análisis efectuados se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La mayoría de las variables independientes consideradas inicialmente para esta investigación, resultaron no tener influencia directa con la recolección de datos de velocidad.
- La variable de mayor influencia sobre el RMSE de velocidad fue la dirección del tramo con respecto al punto cardinal norte. Esto puede deberse a que los tramos no presentan la misma dirección de circulación y por ende cambia la recepción de señales del equipo de recolección de datos con respecto a los satélites que se está utilizando.
- Otra fuente de error puede presentarse por el uso de diferentes aplicaciones y teléfonos celulares, y uso de internet móvil, lo cual indica que al usar distintas aplicaciones y teléfonos celulares con o sin internet móvil, el tamaño del error puede variar a mayor o menor magnitud.
- La precisión de los teléfonos celulares y aplicaciones se determinó en diferentes condiciones tanto para pruebas estáticas y dinámicas. En el análisis estático se obtuvo valores menores de RMSE con el teléfono celular Galaxy A5, aplicación GPSLogger y con el submodo chip y Wi-Fi. Para el análisis dinámico, el primer recorrido presentó valores menores de RMSE de velocidad, con el teléfono celular Galaxy S6, aplicación GPS Speed y sin internet móvil.
- El análisis estático permitirá al usuario saber el error mínimo, máximo, medio y RMSE en cualquier día la semana con los diferentes submodos, y así determinar la posición conociendo la precisión de los teléfonos celulares y aplicaciones empleadas en esta investigación.
- Se ha demostrado que la información de posición y velocidad utilizando teléfonos celulares con aplicaciones de teléfono celular, es posible utilizarla con confianza puesto que los errores encontrados son relativamente bajos.
- Los modelos planteados en esta investigación, servirán para determinar el error o RMSE máximo que se puede hallar con el uso de los teléfonos celulares y aplicaciones seleccionadas en función de la dirección del tramo (azimut). Además modelos que

permiten corregir los valores de velocidad recogidos con los teléfonos celulares y aplicaciones.

- Los resultados obtenidos sólo son aplicables a los teléfonos celulares y aplicaciones seleccionadas. Puesto que la precisión puede cambiar con otros teléfonos celulares aunque pertenezcan al mismo fabricante, de igual manera este criterio se debe usar para las aplicaciones.

RECOMENDACIONES

- Las investigaciones futuras en esta área deben analizar nuevos modelos de teléfonos celulares y aplicaciones, así como también diferentes fabricantes de los mismos, para obtener una mejor percepción del comportamiento del error en otros dispositivos y poder generar modelos que integren a todos de manera general.
- Se recomienda efectuar estudios similares en otras ciudades, puesto que las características de entorno o variables independientes pueden ser más influyentes donde la ciudad sea más grande o pequeña en relación a la ciudad de Loja.
- Se debe considerar el desempeño de los teléfonos celulares y aplicaciones, bajo diferentes condiciones de campo, incluyendo cañones urbanos y diferentes tipos de ambientes (zonas rurales y autopistas).
- Los usuarios que utilicen esta información deberán tener teléfonos celulares con el chip de la telefonía celular Claro, puesto que se desconoce el comportamiento de los datos con otras telefonías celulares a la utilizada para el desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk (2014). AutoCAD (2014) [Software]. Descargado de <https://www.autodesk.es/products/autocad/overview>
- Bajaj, R., Ranaweera, S. L., & Agrawal, D. P. (2002). GPS: location-tracking technology. *Computer*, 35(4), 92-94.
- Beyeler, B y Pheanis, D. (2012): Vehicle Position Determination — Using Markers and Speed Reports (pp. 117-121). Presented at the GEOProcessing 2012, The Fourth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services. Recuperado de https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=geoprocessing_2012_4_30_30158
- Bianchini, A., Bragachini, M., & Martini, A. (2005). Sistemas de Posicionamiento. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Manfredi*. Recuperado de <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/01/eea-manfredi-sistemas-de-posicionamiento.pdf>
- Bravo, G., Castro, H., Bautista, L. J., Bocarejo, J. P., Rodríguez-Valencia, Á., Pérez-Arteaga, P. F., y Velázquez, S. (2013). Retos tecnológicos para medir el tráfico en Bogotá mediante GPS y comunicación celular. *Revista de ingeniería*, (38), 45-50.
- Corvelay, A. (2016). *Funcionamiento de los GPS en los teléfonos*. Recuperado de http://www.ehowenespanol.com/funcionan-gps-telefonos-como_391763/
- Echaveguren, T., Díaz, Á., y Arellano, D. (2013). Comparación entre mediciones de velocidades obtenidas con los equipos GPS y Pistola Láser. *Obras y proyectos*, (14), 47-55.
- Echaveguren, T., y Díaz, Á. (2013). Perfiles de velocidad de operación en curvas horizontales aisladas. *Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte* (No. 16).
- Electrónica básica. (2014). *Funcionamiento de un teléfono móvil GPS*. Recuperado de <http://www.electronica-basica.com/telefono-movil-gps.html>
- Fernández López, M., Rodríguez Pérez, J. R., Castedo Dorado, F., & Sanz Ablanedo, E. (2010). Evaluación de errores en el posicionamiento con receptores GPS de doble frecuencia bajo cubierta arbolada de Pinus radiata D. Don.
- García, Y. (2013). Modelos predictivos de velocidad de operación en carreteras rurales en función de la edad, la experiencia y el género del conductor. *II Encuentro De Jóvenes Investigadores*.
- Google Play. (2016). *Aplicaciones para medir la velocidad*. Recuperado de <https://play.google.com/store>
- GPS Total. (2014). *Triangulación de satélites para determinar la posición*. Recuperado de <http://gpstotalcr.com/>
- Groves, P. D. (2013). *Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems*. Boston, Londres: Artech house.

- Hasegawa, H. y Yoshimura, T. (2007): Estimation of GPS positional accuracy under different forest conditions using signal interruption probability. *Journal of Forest Research*, 12:1–7.
- Herrera, J. C., Work, D. B., Herring, R., Ban, X. J., Jacobson, Q., & Bayen, A. M. (2010). Evaluation of traffic data obtained via GPS-enabled mobile phones: The Mobile Century field experiment. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 18(4), 568-583.
- Huerta, E., Mangiaterra, A., y Noguera, G. (2005). *GPS: Posicionamiento satelital*. Rosario, Argentina: UNR.
- Kaplan, E., & Hegarty, C. (2005). *Understanding GPS: principles and applications*. Artech house.
- Kurt Menke. (2014). *How Accurate is the GPS on my Smartphone*. Recuperado de <https://communityhealthmaps.nlm.nih.gov/2014/06/30/how-accurate-is-the-gps-on-my-smartphone/>
- Langley, R. (2016). *Futuro posicionamiento automotriz GNSS en escenarios urbanos*. Recuperado de <http://gpsworld.com/innovation-quo-vademus/>
- Li, Y. (2009). Travel time estimation and incident detection using probe vehicles. Use of GPS equipped probe vehicles for traffic data collection. 1a Ed. VDM Verlag, Germany.
- Manoli, G. A., & Rizzi, M. M. (2016). *Red social georeferenciada basada en proximidad con mapa interactivo*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Centro. Buenos aires
- Martínez Pérez, C. A. (2011). *Reducción del margen de error de posición en sistemas basados en GPS*. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. MEXICO, D.F.
- Microsoft (2013). Microsoft Office Excel (2013) [Software]. Descargado de <https://products.office.com/en-us/microsoft-excel-2013>
- Mohr, M., Edwards, C., & McCarthy, B. (2008). A study of LBS accuracy in the UK and a novel approach to inferring the positioning technology employed. *Computer Communications*, 31(6), 1148-1159.
- Movilfacil. (2011). *Posicionamiento (localización)*. Recuperado de <https://movilfacil.wordpress.com/2011/03/25/cap-8-posicionamiento-localizacion/>
- Navizon. (2007). *Bringing WiFi and Cellular Positioning to Mobile Devices and to the Web*. New York, Mexens Technology, Inc., Navizon Technical Paper
- Paladines, L. Á. (2016). *Modelos de velocidad en calles urbanas previo a intersecciones no semaforizadas*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja.
- Pozo-Ruz, A., Ribeiro, A., García-Alegre, M. C., García, L., Guinea, D., & Sandoval, F. (2000). *Sistema de posicionamiento global (GPS): Descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro*. ETS Ingenieros de Telecomunicaciones. Universidad de Málaga.
- Racelogic. (2009). *Video VBOX lite hardware & software manual*. Recuperado de http://www.p1coaching.com/VBOX-User_Manual_English.pdf

- Strategy Analytics. (2017). *Global Smartphone shipments hit a record 1.5 billion units in 2016*. Recuperado de <https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases/strategy-analytics-press-release/2017/01/31/strategy-analytics-global-smartphone-shipments-hit-a-record-1.5-billion-units-in-2016#.WY-y1dLyjIX>
- Tao, S., Manolopoulos, V., Rodriguez, S., & Rusu, A. (2012). Real-time urban traffic state estimation with A-GPS mobile phones as probes. *Journal of Transportation Technologies*, 2(01), 22.
- Toloza, J. M., Acosta, N., & De Giusti, A. E. (2012). Techniques to determine the magnitude and direction error of GPS system. In *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*
- Valero, J. L. B., Julián, A. B. A., y Villén, N. G. (2014). *GNSS. GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Yim, Y., Cayford, R., 2001. Investigation of Vehicles as Probes using Global Positioning System and Cellular Phone Tracking: Field Operational Test. Californi PATH Working Paper UCB-ITS-PWP-2001-9, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, CA.
- Yoshimura, T. y Hasegawa, H. (2003): Comparing the precision and accuracy of GPS positioning in forested areas. *Journal of Forest Research*, 8:147–152.
- Zandbergen, P. A. (2009). Accuracy of iPhone locations: A comparison of assisted GPS, WiFi and cellular positioning. *Transactions in GIS*, 13(s1), 5-25.
- Zandbergen, P. A., & Barbeau, S. J. (2011). Positional accuracy of assisted gps data from high-sensitivity gps-enabled mobile phones. *Journal of Navigation*, 64(03), 381-399.

ANEXOS

Anexo A: Análisis preliminar

Este apartado comprende la selección de las variables independientes, selección de tramos de estudio, trabajo de campo (recolección de datos), procesamiento de datos de la información recolectada y se culmina con un análisis de patrones de comportamiento.

En función de las condiciones del medio, las variables independientes seleccionadas fueron las más prominentes que se pueden presentar en los tramos de estudio e influir en la obtención de datos de velocidad de circulación del vehículo. En la Tabla A.1 se encuentran las variables independientes

Tabla A.1 Variables independientes del análisis preliminar

Nro.	Variables independientes	Simbología
1	Número de casas de 1 piso lado derecho	(nc1d)
2	Número de casas de 2 pisos lado derecho	(nc2d)
3	Número de casas de 3 pisos lado derecho	(nc3d)
4	Número de casas de 4 pisos lado derecho	(nc4d)
5	Número de casas de 5 pisos lado derecho	(nc5d)
6	Número de casas de 6 pisos lado derecho	(nc6d)
7	Número de casas de 7 pisos lado derecho	(nc7d)
8	Número de casas de 1 piso lado izquierdo	(nc1i)
9	Número de casas de 2 pisos lado izquierdo	(nc2i)
10	Número de casas de 3 pisos lado izquierdo	(nc3i)
11	Número de casas de 4 pisos lado izquierdo	(nc4i)
12	Número de casas de 5 pisos lado izquierdo	(nc5i)
13	Número de casas de 6 pisos lado izquierdo	(nc6i)
14	Número de casas de 7 pisos lado izquierdo	(nc7i)
15	Número de árboles grandes lado derecho	(nagd)
16	Altura media de árboles grandes lado derecho	(amagd)
17	Número de árboles medianos lado derecho	(namd)
18	Altura media de árboles medianos lado derecho	(amamd)
19	Número de postes con cables lado derecho	(npcd)
20	Número de árboles grandes lado izquierdo	(nagi)
21	Altura media de árboles grandes lado izquierdo	(amagi)
22	Número de árboles medianos lado izquierdo	(nami)
23	Altura media de árboles medianos lado izquierdo	(amami)
24	Número de Postes con cables lado izquierdo	(npci)
25	Ancho de río	(ar)
26	Ancho de calzada	(ac)
27	Ancho de acera lado derecho	(aad)
28	Ancho de acera lado izquierdo	(aai)
29	Ancho de parterre	(ap)
30	Altura media de casas de lado derecho e izquierdo	(amcdi)

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Se eligieron 29 tramos de estudio de calles urbanas los cuales conforman un circuito cerrado. En la Tabla A.2 se indican cada uno de los tramos, con su respectivo nombre de calle junto con su calle inicial y final.

Tabla A.2 Tramos de estudio del análisis preliminar

TRAMOS	CALLE PRINCIPAL	DE	HASTA
TRAMO 1	Av. Pio Jaramillo	Av. Gobernación de Mainas	Chile
TRAMO 2	Chile	Av. Pio Jaramillo	Manuel Zambrano
TRAMO 3	Chile	Manuel Zambrano	Av. Manuel Agustín Aguirre
TRAMO 4	Av. Universitaria	Chile	Gonzanama
TRAMO 5	Av. Universitaria	Gonzanama	Celica
TRAMO 6	Av. Universitaria	Celica	Cariamanga
TRAMO 7	Av. Universitaria	Cariamanga	Catacocha
TRAMO 8	Catacocha	Av. Universitaria	18 de Noviembre
TRAMO 9	Catacocha	18 de Noviembre	Sucre
TRAMO 10	Sucre	Catacocha	Lourdes
TRAMO 11	Sucre	Lourdes	Mercadillo
TRAMO 12	Sucre	Mercadillo	Azuay
TRAMO 13	Azuay	Sucre	18 de Noviembre
TRAMO 14	Azuay	18 de Noviembre	Av. Universitaria
TRAMO 15	Azuay	Av. Manuel Agustín Aguirre	Lauro Guerrero
TRAMO 16	Azuay	Lauro Guerrero	Ramón Pinto
TRAMO 17	Ramón Pinto	Azuay	Mercadillo
TRAMO 18	Mercadillo	Ramón Pinto	José María Peña
TRAMO 19	Mercadillo	José María Peña	Nicolás García
TRAMO 20	Av. Pio Jaramillo	Mercadillo	Tnte. Maximiliano Rodríguez
TRAMO 21	Av. Pio Jaramillo	Tnte. Maximiliano Rodríguez	Venezuela
TRAMO 22	Av. Pio Jaramillo	Venezuela	España
TRAMO 23	Av. Pio Jaramillo	España	México
TRAMO 24	Av. Pio Jaramillo	México	Brasil
TRAMO 25	Av. Pio Jaramillo	Brasil	Cuba
TRAMO 26	Av. Pio Jaramillo	Cuba	Chile
TRAMO 27	Av. Pio Jaramillo	Chile	Av. Manuel Benjamín Carrión
TRAMO 28	Av. Pio Jaramillo	Av. Manuel Benjamín Carrión	John F. Kennedy
TRAMO 29	Av. Pio Jaramillo	John F. Kennedy	Av. Gobernación de Mainas

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De los tramos de estudio se obtuvo información del número de carriles, presencia de carril de estacionamiento, presencia de acera, presencia de parterre y sentido de dirección del tramo. En la Tabla A.3 se presenta dicha información.

Tabla A.3 Características de los tramos de estudio del análisis preliminar

TRAMOS	Números de carriles	Presencia de estacionamiento	Presencia de acera	Presencia de parterre	Sentido
TRAMO 1	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 2	2	0	2	0	Bidireccional
TRAMO 3	2	0	2	0	Bidireccional
TRAMO 4	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 5	3	0	2	0	Unidireccional

Tabla A.3 Características de los tramos de estudio del análisis preliminar (continuación)

TRAMOS	Números de carriles	Presencia de estacionamiento	Presencia de acera	Presencia de parterre	Sentido
TRAMO 6	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 7	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 8	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 9	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 10	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 11	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 12	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 13	2	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 14	4	2	2	0	Unidireccional
TRAMO 15	3	1	2	0	Unidireccional
TRAMO 16	4	2	2	0	Unidireccional
TRAMO 17	3	0	2	0	Unidireccional
TRAMO 18	2	0	1	1	Unidireccional
TRAMO 19	2	0	1	1	Unidireccional
TRAMO 20	2	0	1	1	Unidireccional
TRAMO 21	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 22	2	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 23	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 24	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 25	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 26	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 27	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 28	3	1	1	1	Unidireccional
TRAMO 29	3	1	1	1	Unidireccional

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Los 29 tramos previamente seleccionados son parte de un circuito cerrado, cuya longitud aproximada es de 4,2 Km y el tiempo de recorrido está comprendido aproximadamente entre 15 a 20 minutos. En la Figura A.1 se encuentra el circuito de estudio.

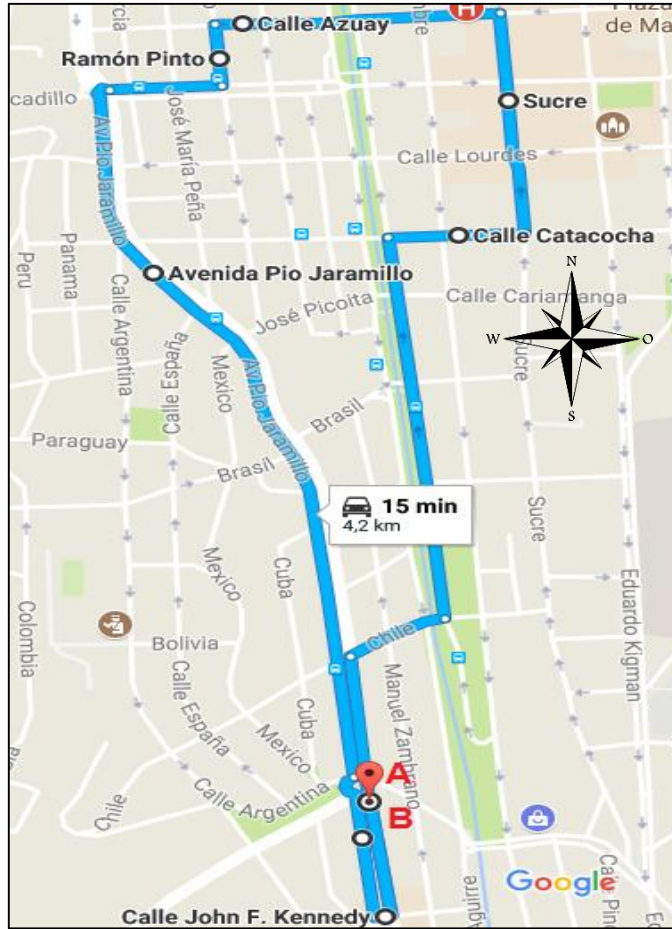


Figura A.1 Circuito cerrado de recolección de datos para el análisis preliminar
Fuente: Google Maps
Elaboración: El autor

En la Figura A.1, el punto A muestra el inicio del circuito el cual se dirige hacia al norte de la ciudad, tomando las calles: Av. Pio Jaramillo, Chile, Av. Universitaria, Catacocha, Sucre y Azuay. Posteriormente se realiza el regreso hacia al sur de la ciudad a través de las calles: Ramón Pinto, Mercadillo, Av. Pio Jaramillo y John F. Kennedy, para finalizar en el punto B.

En base a la revisión del estado del arte, se escogió las aplicaciones GPS Speed y GPSLogger. Los beneficios que prestan éstas se describen en el capítulo del plan experimental.

El trabajo de campo consistió en la recolección de datos de la variable independiente y dependiente. Los datos recolectados de la variable independiente fueron los mismos del análisis dinámico. En la Tabla A.4 se encuentra el número de casas a lado derecho e izquierdo de los tramos, en la Tabla A.5 se halla el número de árboles según la división considerada y número de postes con cables a ambos lados del tramo. En la Tabla A.6 se muestra información acerca del ancho de río, ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura de casas de cada uno de los tramos de estudio.

Tabla A.4 Número de casas al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar

TRAMOS	LADO DERECHO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 1	10	6	2	1	1	0	0
TRAMO 2	3	0	0	0	0	0	0
TRAMO 3	0	0	0	1	0	0	0
TRAMO 4	1	0	2	0	0	1	0
TRAMO 5	7	2	0	0	1	0	0
TRAMO 6	3	2	1	5	0	0	0
TRAMO 7	1	2	0	4	1	0	0
TRAMO 8	2	1	2	1	0	0	0
TRAMO 9	2	3	0	2	1	0	0
TRAMO 10	3	7	1	1	0	0	0
TRAMO 11	0	7	1	1	1	0	0
TRAMO 12	2	3	1	1	0	0	0
TRAMO 13	0	2	0	0	2	0	0
TRAMO 14	1	1	0	1	1	0	0
TRAMO 15	1	1	1	1	1	0	0
TRAMO 16	0	3	0	0	1	0	0
TRAMO 17	2	1	3	2	0	0	0
TRAMO 18	0	2	1	0	0	0	0
TRAMO 19	0	0	3	1	1	0	0
TRAMO 20	1	2	1	0	0	0	0
TRAMO 21	0	4	5	0	0	0	0
TRAMO 22	2	1	2	2	0	0	0
TRAMO 23	0	1	1	1	0	0	0
TRAMO 24	6	6	2	2	0	0	0
TRAMO 25	4	1	0	0	0	0	0
TRAMO 26	9	7	4	0	0	0	0
TRAMO 27	4	5	5	2	0	0	0
TRAMO 28	5	7	4	1	0	0	0
TRAMO 29	5	3	4	1	1	0	1
TRAMOS	LADO IZQUIERDO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 1	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 2	0	1	1	0	0	0	0
TRAMO 3	0	2	0	0	0	0	0
TRAMO 4	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 5	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 6	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 7	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 8	1	1	2	0	0	0	0
TRAMO 9	5	2	1	0	0	0	0
TRAMO 10	4	5	1	0	1	0	0
TRAMO 11	1	5	3	0	0	0	0

Tabla A.4 Número de casas al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar (continuación)

TRAMOS	LADO IZQUIERDO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 12	4	2	3	1	1	0	0
TRAMO 13	2	1	0	0	1	0	0
TRAMO 14	1	2	1	0	1	0	0
TRAMO 15	0	2	2	0	1	0	0
TRAMO 16	0	2	0	1	0	1	0
TRAMO 17	1	2	0	2	0	0	0
TRAMO 18	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 19	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 20	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 21	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 22	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 23	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 24	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 25	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 26	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 27	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 28	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 29	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.5 Número y altura media de árboles grandes y medianos, y número de postes con cables al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar

TRAMOS	LADO DERECHO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 1	0	0,00	0	0,00	5
TRAMO 2	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 3	0	0,00	0	0,00	1
TRAMO 4	12	8,00	0	0,00	5
TRAMO 5	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 6	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 7	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 8	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 9	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 10	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 11	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 12	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 13	0	0,00	0	0,00	1
TRAMO 14	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 15	0	0,00	0	0,00	3

Tabla A.5 Número y altura media de árboles grandes y medianos, y número de postes con cables al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar (continuación)

TRAMOS	LADO DERECHO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 16	0	0,00	0	0,00	1
TRAMO 17	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 18	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 19	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 20	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 21	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 22	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 23	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 24	0	0,00	0	0,00	5
TRAMO 25	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 26	1	6,00	0	0,00	6
TRAMO 27	4	8,00	0	0,00	5
TRAMO 28	0	0,00	3	3,50	5
TRAMO 29	7	13,00	0	0,00	6
TRAMOS	LADO IZQUIERDO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 1	12	10,00	5	2,80	0
TRAMO 2	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 3	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 4	14	15,00	0	0,00	0
TRAMO 5	11	15,00	0	0,00	0
TRAMO 6	8	12,00	0	0,00	0
TRAMO 7	2	6,00	0	0,00	0
TRAMO 8	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 9	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 10	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 11	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 12	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 13	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 14	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 15	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 16	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 17	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 18	5	4,20	0	0,00	0
TRAMO 19	7	5,00	0	0,00	0
TRAMO 20	6	7,50	0	0,00	0
TRAMO 21	5	8,50	9	2,20	0

Tabla A.5 Número y altura media de árboles grandes y medianos, y número de postes con cables al lado derecho e izquierdo de los tramos del análisis preliminar (continuación)

TRAMOS	LADO IZQUIERDO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 22	9	12,00	7	2,50	0
TRAMO 23	5	8,00	0	0,00	0
TRAMO 24	16	9,00	0	0,00	0
TRAMO 25	14	9,00	0	0,00	0
TRAMO 26	15	10,00	6	2,10	0
TRAMO 27	12	10,00	5	2,80	0
TRAMO 28	15	16,00	6	3,00	1
TRAMO 29	15	16,00	6	3,00	1

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.6 Ancho de río, ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura media de casas de los tramos del análisis preliminar

TRAMOS	Ancho de río (m)	Ancho de calzada (m)	Ancho de acera lado derecho (m)	Ancho de acera lado izquierdo (m)	Ancho de parterre (m)	Altura media casas lado derecho (m)	Altura media casas lado izquierdo (m)	Altura media casas de lado derecho e izquierdo (m)
TRAMO 1	0,00	9,00	3,60	0,00	7,00	5,60	0,00	2,80
TRAMO 2	0,00	8,10	2,00	2,00	0,00	3,00	7,50	5,30
TRAMO 3	0,00	8,10	2,00	2,00	0,00	12,00	6,00	9,00
TRAMO 4	18,50	11,00	2,60	1,10	0,00	9,80	0,00	4,90
TRAMO 5	18,50	11,00	2,20	1,10	0,00	4,80	0,00	2,40
TRAMO 6	18,50	11,00	7,20	1,10	0,00	9,00	0,00	4,50
TRAMO 7	18,50	11,00	7,20	1,10	0,00	9,80	0,00	4,90
TRAMO 8	0,00	9,10	1,40	1,40	0,00	7,00	6,80	6,90
TRAMO 9	0,00	9,10	1,40	1,40	0,00	7,90	4,50	6,20
TRAMO 10	0,00	6,00	1,20	1,20	0,00	6,30	6,00	6,20
TRAMO 11	0,00	6,00	1,20	1,20	0,00	7,80	6,70	7,20
TRAMO 12	0,00	6,00	1,20	1,20	0,00	6,40	7,10	6,80
TRAMO 13	0,00	6,50	1,30	2,20	0,00	10,50	6,80	8,60
TRAMO 14	0,00	9,50	1,30	2,00	0,00	9,00	7,80	8,40
TRAMO 15	0,00	8,70	1,30	2,00	0,00	9,00	9,00	9,00
TRAMO 16	0,00	8,70	1,30	2,00	0,00	8,30	10,50	9,40
TRAMO 17	0,00	9,10	1,50	1,50	0,00	7,90	7,80	7,80
TRAMO 18	0,00	7,20	2,50	0,00	4,70	7,00	0,00	3,50
TRAMO 19	0,00	7,20	2,50	0,00	4,70	10,80	0,00	5,40
TRAMO 20	0,00	7,00	2,50	0,00	5,00	6,00	0,00	3,00

Tabla A.6 Ancho de río, ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura media de casas de los tramos del análisis preliminar (continuación)

TRAMOS	Ancho de río (m)	Ancho de calzada (m)	Ancho de acera lado derecho (m)	Ancho de acera lado izquierdo (m)	Ancho de parterre (m)	Altura media casas lado derecho (m)	Altura media casas lado izquierdo (m)	Altura media casas de lado derecho e izquierdo (m)
TRAMO 21	0,00	7,00	2,50	0,00	5,00	7,70	0,00	3,80
TRAMO 22	0,00	7,00	2,50	0,00	5,00	7,70	0,00	3,90
TRAMO 23	0,00	7,00	2,50	0,00	5,00	9,00	0,00	4,50
TRAMO 24	0,00	9,40	3,50	0,00	6,60	6,00	0,00	3,00
TRAMO 25	0,00	9,40	3,50	0,00	6,60	3,60	0,00	1,80
TRAMO 26	0,00	9,40	3,50	0,00	6,60	5,30	0,00	2,60
TRAMO 27	0,00	9,00	3,50	0,00	7,00	6,90	0,00	3,50
TRAMO 28	0,00	9,00	3,50	0,00	7,00	6,20	0,00	3,10
TRAMO 29	0,00	9,00	3,40	0,00	7,00	7,80	0,00	3,90

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

En cambio para la recolección de datos de la variable dependiente sólo se utilizó las aplicaciones previamente mencionadas con los teléfonos celulares Galaxy S6 y Galaxy A5. Para la recolección de datos de velocidad se hicieron 4 recorridos con uso de internet móvil (datos) y 2 recorridos sin uso de internet móvil (datos), en todos los recorridos se hacía variar las aplicaciones. Los recorridos se detallan en la Tabla A.7.

Tabla A.7 Detalle de recorridos realizados para el análisis preliminar

Recorridos	Fecha	Hora de inicio (hh:mm:ss)	Teléfono celular		Aplicación		Uso de datos
Primer recorrido	25/11/2016	23:33:49	Galaxy S6	Galaxy A5	GPS Speed	GPSLogger	Si
Segundo recorrido	25/11/2016	23:44:56	Galaxy S6	Galaxy A5	GPSLogger	GPS Speed	Si
Tercer recorrido	25/11/2016	23:55:52	Galaxy S6	Galaxy A5	GPS Speed	GPS Speed	Si
Cuarto recorrido	26/11/2016	00:05:12	Galaxy S6	Galaxy A5	GPSLogger	GPSLogger	Si
Quinto recorrido	28/11/2016	23:16:23	Galaxy S6	Galaxy A5	GPS Speed	GPSLogger	No
Sexto recorrido	28/11/2016	23:28:33	Galaxy S6	Galaxy A5	GPSLogger	GPS Speed	No

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Para el procesamiento de datos de las variables independientes se obtuvo la altura media de los árboles (ver Tabla A.5) y casas ubicadas al lado derecho y lado izquierdo del tramo, y el promedio de éstas por tramo (ver Tabla A.6). El procedimiento que se realizó para el procesamiento de datos de la variable dependiente es similar al descrito en el análisis dinámico, con la diferencia que se utilizó el promedio de la diferencia de velocidades de los

tramos y recorridos para comparar con las variables independientes. En la Tabla A.8 se encuentra el promedio de la diferencia de velocidades de cada uno de los recorridos

Tabla A.8 Promedio de la diferencia de velocidades por tramo de los recorridos realizados

Tramos	Primer recorrido	Segundo recorrido	Tercer recorrido	Cuarto recorrido	Quinto recorrido	Sexto recorrido
	Promedio de la diferencia de velocidades (km/h)					
TRAMO 1	3,03	2,47	1,12	3,90	7,37	1,81
TRAMO 2	1,63	3,87	1,64	3,40	9,93	0,87
TRAMO 3	3,40	3,53	0,95	4,23	1,71	1,24
TRAMO 4	17,90	1,63	1,06	0,70	2,14	0,71
TRAMO 5	3,70	2,60	1,28	0,77	3,10	1,48
TRAMO 6	1,35	3,36	1,31	1,18	1,27	0,59
TRAMO 7	6,83	2,72	1,70	3,80	3,52	2,03
TRAMO 8	6,98	4,78	4,00	2,80	5,44	3,77
TRAMO 9	3,63	4,77	3,48	8,10	4,87	2,04
TRAMO 10	10,22	1,41	1,50	0,50	4,01	0,86
TRAMO 11	3,86	1,54	2,88	1,32	2,97	0,73
TRAMO 12	4,15	0,89	0,92	0,53	4,71	1,73
TRAMO 13	3,63	1,54	4,15	2,40	4,47	3,16
TRAMO 14	0,70	2,60	5,45	3,23	3,66	2,68
TRAMO 15	4,33	4,77	3,22	1,90	5,69	2,42
TRAMO 16	5,88	3,85	2,98	6,65	4,68	2,74
TRAMO 17	5,58	2,59	2,83	0,43	3,03	1,84
TRAMO 18	4,20	2,18	3,90	2,77	3,00	2,58
TRAMO 19	2,30	1,90	2,38	4,95	2,50	1,94
TRAMO 20	4,20	1,16	2,03	1,23	2,56	0,89
TRAMO 21	11,85	1,00	1,11	0,70	1,88	0,58
TRAMO 22	4,33	1,60	1,01	1,94	2,07	0,50
TRAMO 23	6,65	1,23	1,89	4,17	4,63	1,20
TRAMO 24	3,85	2,56	1,60	1,55	1,31	0,82
TRAMO 25	2,65	2,70	0,67	0,75	1,58	0,38
TRAMO 26	1,50	2,17	0,82	1,46	1,35	0,72
TRAMO 27	11,34	2,08	1,20	1,58	1,38	1,20
TRAMO 28	3,08	2,85	1,59	5,38	1,66	1,94
TRAMO 29	8,07	4,12	1,68	5,90	4,46	1,28

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Para tomar en cuenta la relación que existe entre las variables independientes y el promedio de la diferencia de velocidades de cada uno de los recorridos se usó el coeficiente R^2 . En el análisis se agrupó los tramos que presentan características similares con el fin de evaluar las variaciones o la influencia de las mismas con los registros de velocidad, para lo cual se formó los siguientes grupos: avenidas con río, avenidas con parterre, calles y por la dirección de los puntos cardinales (norte-sur; sur-norte, este-oeste, oeste-este, noreste, sureste, noroeste, suroeste).

Los tramos correspondientes a cada grupo son los siguientes:

- **Avenidas con río:** tramo 4, tramo 5, tramo 6 y tramo 7.
- **Avenidas con parterre:** tramo 1, tramo 18, tramo 19, tramo 20, tramo 21, tramo 22, tramo 23, tramo 24, tramo 25, tramo 26, tramo 27, tramo 28 y tramo 29.
- **Calles:** tramo 2, tramo 3, tramo 8, tramo 9, tramo 10, tramo 11, tramo 12, tramo 13, tramo 14, tramo 15, tramo 16 y tramo 17.
- **Puntos cardinales:**
 - **Norte-sur, sur-norte:** tramo 1, tramo 4, tramo 5, tramo 6, tramo 7, tramo 10, tramo 11, tramo 12, tramo 17, tramo 20, tramo 21, tramo 24, tramo 25, tramo 26, tramo 27, tramo 28 y tramo 29.
 - **Este-oeste, oeste-este:** tramo 8, tramo 9, tramo 13, tramo 14, tramo 15, tramo 16, tramo 18 y tramo 19.
 - **Noreste, sureste:** tramo 2, tramo 3, tramo 22 y tramo 23.

Ya definido los tramos que se encuentran en cada grupo, se procedió hacer la relación del promedio de la diferencia de velocidades de cada tramo y recorrido con las variables independientes. En la Tabla A.9, A.10, A.11, A.12, A.13 y A.14 se presenta el análisis de avenidas con río, avenidas con parterre, calles, puntos cardinales (norte-sur, sur-norte), puntos cardinales (este-oeste, oeste-este) y puntos cardinales (Noreste, sureste) respectivamente.

Tabla A.9 R² de las avenidas con río

Variables independientes	Avenidas con río					
	1.°	2.°	3.°	4.°	5.°	6.°
	R ²					
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)	0,311	•	•	0,225	•	•
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)	0,906	0,783	0,483	•	•	0,233
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)	0,496	0,295	0,575	0,284	0,465	0,669
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)	0,325	0,632	0,399	0,322	•	•
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	•	•	0,429	0,277	0,847	0,882
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)	0,906	0,783	0,483	•	•	0,233
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	-	-	-	-	-	-

Tabla A.9 R² de las avenidas con río (continuación)						
Variables independientes	Avenidas con río					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R²					
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)	0,906	0,783	0,483	•	•	0,233
Altura media de árboles grandes lado derecho (amagd)	0,906	0,783	0,483	•	•	0,233
Número de árboles medianos lado derecho (namd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado derecho (amamd)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	0,665	0,833	0,648	0,397	•	•
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	0,24	0,348	0,966	0,869	•	0,465
Altura media de árboles grandes lado izquierdo (amagi)	•	•	0,885	0,962	•	0,426
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado izquierdo (amami)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado izquierdo (npci)	-	-	-	-	-	-
Ancho de río (ar)	•	•	•	•	•	•
Ancho de calzada (ac)	•	•	•	•	•	•
Ancho de acera lado derecho (aad)	0,232	0,509	0,507	0,47	•	•
Ancho de acera lado izquierdo (aai)	•	•	•	•	•	•
Ancho de parterre (ap)	-	-	-	-	-	-
Altura media de casas de lado derecho e izquierdo (amcdi)	•	•	•	•	•	•
1.º: Primer recorrido 2.º: Segundo recorrido 3.º: Tercer recorrido 4.º: Cuarto recorrido 5.º: Quinto recorrido 6.º: Sexto recorrido •: Relación R² < 0,2 -: No existen datos						

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.10 R² de las avenidas con parterre

Variables independientes	Avenidas con parterre					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R²					
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)	•	0,294	0,274	•	•	•
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)	0,284	•	•	•	•	•
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)	•	•	•	•	•	•

Tabla A.10 R² de las avenidas con parterre (continuación)						
Variables independientes	Avenidas con parterre					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R²					
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	•	0,209	•	0,434	0,425	•
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)	•	0,496	•	0,258	•	•
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)	0,232	0,392	•	•	•	•
Altura media de árboles grandes lado derecho (amagd)	•	0,349	•	•	•	•
Número de árboles medianos lado derecho (namd)	•	•	•	•	•	•
Altura media de árboles medianos lado derecho (amamd)	•	•	•	•	•	•
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	•	0,372	0,279	•	•	•
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	•	0,587	0,266	•	•	•
Altura media de árboles grandes lado izquierdo (amagi)	•	0,358	0,254	•	•	•
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	•	•	0,267	•	•	•
Altura media de árboles medianos lado izquierdo (amami)	•	•	0,227	•	•	•
Número de postes con cables lado izquierdo (npci)	•	0,494	•	0,472	•	•
Ancho de río (ar)	-	-	-	-	-	-
Ancho de calzada (ac)	•	0,514	0,235	•	•	•
Ancho de acera lado derecho (aad)	•	0,509	0,261	•	•	•
Ancho de acera lado izquierdo (aai)	-	-	-	-	-	-
Ancho de parterre (ap)	•	0,533	0,269	•	•	•
Altura media de casas de lado derecho e izquierdo (amcdi)	•	•	•	0,247	•	•
1.º: Primer recorrido 2.º: Segundo recorrido 3.º: Tercer recorrido 4.º: Cuarto recorrido 5.º: Quinto recorrido 6.º: Sexto recorrido •: Relación R² < 0,2 -: No existen datos						

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.11 R² de calles

Variables independientes	Calles					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R ²					
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)	•	•	•	•	0,285	•
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)	0,269	0,289	•	•	•	•
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)	0,234	•	•	0,363	•	•
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	•	•	0,408	•	•	•
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	•	0,234	•	•	•	0,384
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)	•	0,223	•	0,206	•	•
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	•	•	•	0,231	•	•
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles grandes lado derecho (amagd)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles medianos lado derecho (namd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado derecho (amamd)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	•	•	•	•	•	•
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles grandes lado izquierdo (amagi)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado izquierdo (amami)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado izquierdo (npci)	-	-	-	-	-	-
Ancho de río (ar)	-	-	-	-	-	-
Ancho de calzada (ac)	•	0,617	0,25	0,258	•	0,229
Ancho de acera lado derecho (aad)	•	•	•	•	•	•
Ancho de acera lado izquierdo (aai)	0,256	•	•	•	•	•
Ancho de parterre (ap)	-	-	-	-	-	-
Altura media de casas de lado derecho e izquierdo (amcdi)	•	•	•	•	0,281	•

1.º: Primer recorrido
2.º: Segundo recorrido
3.º: Tercer recorrido
4.º: Cuarto recorrido
5.º: Quinto recorrido
6.º: Sexto recorrido
•: Relación R² < 0,2
-: No existen datos

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.12 R² de puntos cardinales (norte-sur, sur-norte)

Variables independientes	Puntos cardinales (norte-sur, sur-norte)					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R ²					
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	•	•	•	0,235	0,349	•
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)	0,467	•	•	•	•	•
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)	•	0,315	•	0,354	•	•
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)	•	0,235	•	•	•	•
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	•	•	0,255	•	•	•
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	•	0,244	•	•	•	•
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)	•	•	0,162	•	•	•
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)	•	0,217	•	•	•	•
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)	0,529	•	•	•	•	•
Altura media de árboles grandes lado derecho (amagd)	0,220	•	•	•	•	•
Número de árboles medianos lado derecho (namd)	•	•	•	0,268	•	•
Altura media de árboles medianos lado derecho (amamd)	•	•	•	0,268	•	•
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	•	0,267	•	•	•	•
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	•	0,249	0,252	•	•	•
Altura media de árboles grandes lado izquierdo (amagi)	•	0,295	•	0,233	•	•
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	•	•	•	0,219	•	•
Altura media de árboles medianos lado izquierdo (amami)	•	•	•	0,426	•	•
Número de postes con cables lado izquierdo (npci)	•	0,296	•	0,661	•	•
Ancho de río (ar)	-	-	-	-	-	-
Ancho de calzada (ac)	•	0,430	•	•	•	•
Ancho de acera lado derecho (aad)	•	0,332	•	•	•	•
Ancho de acera lado izquierdo (aai)	•	•	•	•	•	•
Ancho de parterre (ap)	•	•	•	0,220	•	•
Altura media de casas de lado derecho e izquierdo (amcdi)	•	•	0,361	•	•	•

1.º: Primer recorrido
2.º: Segundo recorrido
3.º: Tercer recorrido
4.º: Cuarto recorrido
5.º: Quinto recorrido
6.º: Sexto recorrido
•: Relación R² < 0,2
-: No existen datos

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.13 R² de puntos cardinales (este-oeste, oeste-este)

Variables independientes	Puntos cardinales (este-oeste, oeste-este)					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R ²					
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)	•	0,596	•	•	0,361	•
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)	•	•	•	0,307	•	•
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)	•	•	0,247	•	•	•
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)	•	0,302	•	•	•	•
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	•	•	•	•	•	•
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)	•	•	•	0,284	•	•
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	•	0,377	•	•	0,466	•
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	•	0,596	•	•	0,514	•
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)	•	•	•	0,211	•	•
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)	0,207	•	0,271	0,345	•	•
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	•	•	•	0,211	•	•
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles grandes lado derecho (amagd)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles medianos lado derecho (namd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado derecho (amamd)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	•	•	•	•	•	•
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	•	0,311	0,202	•	0,708	0,222
Altura media de árboles grandes lado izquierdo (amagi)	•	0,314	•	•	0,709	0,203
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado izquierdo (amami)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado izquierdo (npci)	-	-	-	-	-	-
Ancho de río (ar)	-	-	-	-	-	-
Ancho de calzada (ac)	•	0,573	•	•	0,254	•
Ancho de acera lado derecho (aad)	•	0,288	•	•	0,671	•
Ancho de acera lado izquierdo (aai)	•	•	•	•	0,519	•
Ancho de parterre (ap)	•	0,311	•	•	0,696	•
Altura media de casas de lado derecho e izquierdo (amcdi)	•	•	•	•	0,366	•
1.º: Primer recorrido 2.º: Segundo recorrido 3.º: Tercer recorrido 4.º: Cuarto recorrido 5.º: Quinto recorrido 6.º: Sexto recorrido •: Relación R² < 0,2 -: No existen datos						

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

Tabla A.14 R² de puntos cardinales (noreste, sureste)

Variables independientes	Puntos cardinales (noreste, sureste)					
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
	R ²					
Número de casas de 1 piso lado derecho (nc1d)	0,472	•	•	0,416	0,415	0,559
Número de casas de 2 pisos lado derecho (nc2d)	0,674	0,977	•	•	•	•
Número de casas de 3 pisos lado derecho (nc3d)	0,301	0,716	•	0,544	0,21	0,439
Número de casas de 4 pisos lado derecho (nc4d)	0,277	0,482	0,31	0,313	0,716	•
Número de casas de 5 pisos lado derecho (nc5d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 6 pisos lado derecho (nc6d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado derecho (nc7d)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 1 piso lado izquierdo (nc1i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 2 pisos lado izquierdo (nc2i)	0,355	0,722	•	0,26	•	0,249
Número de casas de 3 pisos lado izquierdo (nc3i)	0,572	0,429	•	•	0,882	•
Número de casas de 4 pisos lado izquierdo (nc4i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 5 pisos lado izquierdo (nc5i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 6 pisos lado izquierdo (nc6i)	-	-	-	-	-	-
Número de casas de 7 pisos lado izquierdo (nc7i)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles grandes lado derecho (nagd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles grandes lado derecho (amagd)	-	-	-	-	-	-
Número de árboles medianos lado derecho (namd)	-	-	-	-	-	-
Altura media de árboles medianos lado derecho (amamd)	-	-	-	-	-	-
Número de postes con cables lado derecho (npcd)	•	0,329	•	0,886	•	0,841
Número de árboles grandes lado izquierdo (nagi)	0,349	0,764	•	0,494	0,205	0,394
Altura media de árboles grandes lado izquierdo (amagi)	0,444	0,847	•	0,397	•	0,308
Número de árboles medianos lado izquierdo (nami)	•	0,229	0,271	0,874	•	0,763
Altura media de árboles medianos lado izquierdo (amami)	•	0,229	0,271	0,874	•	0,763
Número de postes con cables lado izquierdo (npci)	-	-	-	-	-	-
Ancho de río (ar)	-	-	-	-	-	-
Ancho de calzada (ac)	0,674	0,977	•	•	•	•
Ancho de acera lado derecho (aad)	0,674	0,977	•	•	•	•
Ancho de acera lado izquierdo (aai)	0,674	0,977	•	•	•	•
Ancho de parterre (ap)	0,674	0,977	•	•	•	•
Altura media de casas de lado derecho e izquierdo (amcdi)	•	0,42	0,208	0,378	•	0,413
<p>1.º: Primer recorrido 2.º: Segundo recorrido 3.º: Tercer recorrido 4.º: Cuarto recorrido 5.º: Quinto recorrido 6.º: Sexto recorrido •: Relación R² < 0,2 -: No existen datos</p>						

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

De lo observado en la Tabla A.9, A.10, A.11, A.12, A.13 y A.14, se puede decir que a pesar de haber agrupado los tramos con características semejantes, estos no presentaron relaciones significativas para ninguno de los casos, por lo cual estos grupos se descartaron para el desarrollo del análisis dinámico.

Anexo B: Información acerca de la recolección y procesamiento de datos de la variable independiente

Anexo B.1: Número de casas a lado derecho e izquierdo de los tramos

TRAMOS	LADO DERECHO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 1	3	1	2	0	2	0	0
TRAMO 2	3	1	4	1	1	0	0
TRAMO 3	3	7	1	1	0	0	0
TRAMO 4	0	7	1	1	1	0	0
TRAMO 5	3	4	1	1	0	0	0
TRAMO 6	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 7	0	2	1	0	0	0	0
TRAMO 8	1	2	1	2	0	0	0
TRAMO 9	2	2	0	1	0	0	0
TRAMO 10	3	2	5	0	0	0	0
TRAMO 11	1	2	0	0	0	0	0
TRAMO 12	2	1	0	0	0	0	0
TRAMO 13	4	0	0	0	0	0	0
TRAMO 14	3	0	3	0	0	0	0
TRAMO 15	1	0	0	0	0	0	0
TRAMO 16	0	4	1	1	0	0	0
TRAMO 17	2	2	4	0	0	1	0
TRAMO 18	4	9	0	2	0	1	0
TRAMO 19	0	1	0	0	0	0	0
TRAMO 20	0	2	2	0	0	0	0
TRAMO 21	2	2	0	0	0	0	0
TRAMO 22	1	1	1	0	2	0	0
TRAMO 23	2	2	0	1	1	0	0
TRAMO 24	2	1	2	1	0	0	0
TRAMO 25	3	1	4	1	1	0	0
TRAMO 26	2	0	1	2	3	0	0
TRAMO 27	0	5	1	0	0	0	0
TRAMO 28	1	3	1	1	0	0	0
TRAMO 29	0	7	0	2	0	0	0
TRAMO 30	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 31	1	4	1	1	0	0	0
TRAMO 32	0	4	1	1	0	0	0
TRAMO 33	1	0	4	0	0	0	0
TRAMO 34	0	2	3	0	0	0	0
TRAMO 35	0	2	1	1	1	1	0
TRAMO 36	2	1	0	2	0	0	0
TRAMO 37	1	1	1	1	1	0	0
TRAMO 38	0	3	0	0	1	0	0
TRAMO 39	2	1	3	2	0	0	0
TRAMO 40	0	2	1	0	0	0	0
TRAMO 41	0	0	3	1	1	0	0
TRAMO 42	1	2	1	0	0	0	0

Anexo B.1: Número de casas a lado derecho e izquierdo de los tramos (continuación)							
TRAMOS	LADO DERECHO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 43	0	4	5	0	0	0	0
TRAMO 44	2	1	2	2	0	0	0
TRAMO 45	0	1	1	1	0	0	0
TRAMO 46	6	6	2	2	0	0	0
TRAMO 47	4	1	0	0	0	0	0
TRAMO 48	9	7	4	0	0	0	0
TRAMO 49	4	5	5	2	0	0	0
TRAMO 50	5	7	4	1	0	0	0
TRAMO 51	5	3	4	1	1	0	1
TRAMOS	LADO IZQUIERDO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 1	1	8	2	0	0	0	0
TRAMO 2	1	5	2	1	0	0	0
TRAMO 3	4	5	1	0	1	0	0
TRAMO 4	1	5	3	0	0	0	0
TRAMO 5	3	2	3	1	0	0	0
TRAMO 6	0	9	0	0	0	0	0
TRAMO 7	3	2	4	2	0	0	0
TRAMO 8	0	6	4	2	0	0	0
TRAMO 9	1	6	1	1	0	0	0
TRAMO 10	2	3	5	0	0	0	0
TRAMO 11	0	2	1	0	0	0	0
TRAMO 12	0	1	1	1	0	0	0
TRAMO 13	1	0	1	0	0	0	0
TRAMO 14	1	3	0	0	0	0	0
TRAMO 15	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 16	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 17	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 18	0	10	1	1	0	1	0
TRAMO 19	0	4	1	0	0	0	0
TRAMO 20	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 21	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 22	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 23	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 24	2	2	4	1	0	0	0
TRAMO 25	4	2	1	1	1	0	0
TRAMO 26	0	4	2	0	0	0	1
TRAMO 27	0	5	1	0	0	0	0
TRAMO 28	1	1	2	3	0	0	0
TRAMO 29	1	3	3	1	1	0	0
TRAMO 30	0	4	4	1	0	0	0

Anexo B.1: Número de casas a lado derecho e izquierdo de los tramos (continuación)							
TRAMOS	LADO IZQUIERDO						
	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	Casas de 5 pisos	Casas de 6 pisos	Casas de 7 pisos
TRAMO 31	0	3	3	1	0	0	1
TRAMO 32	0	2	1	1	2	1	0
TRAMO 33	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 34	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 35	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 36	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 37	0	2	2	0	1	0	0
TRAMO 38	0	2	0	1	0	1	0
TRAMO 39	1	2	0	2	0	0	0
TRAMO 40	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 41	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 42	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 43	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 44	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 45	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 46	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 47	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 48	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 49	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 50	0	0	0	0	0	0	0
TRAMO 51	0	0	0	0	0	0	0

Anexo B.2: Número y altura media de árboles (grandes y medianos) y número de postes con cables a lado derecho e izquierdo del tramo

TRAMOS	LADO DERECHO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 1	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 2	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 3	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 4	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 5	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 6	4	12,20	0	0,00	0
TRAMO 7	2	12,50	0	0,00	3
TRAMO 8	2	10,50	4	3,60	3
TRAMO 9	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 10	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 11	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 12	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 13	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 14	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 15	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 16	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 17	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 18	7	7,50	2	3,00	0
TRAMO 19	2	10,40	0	0,00	2
TRAMO 20	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 21	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 22	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 23	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 24	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 25	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 26	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 27	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 28	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 29	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 30	9	14,60	0	0,00	3
TRAMO 31	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 32	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 33	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 34	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 35	8	0,00	0	0,00	6
TRAMO 36	0	0,00	16	3,95	4

Anexo B.2: Número y altura media de árboles (grandes y medianos) y número de postes con cables a lado derecho e izquierdo del tramo (continuación)

TRAMOS	LADO DERECHO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 37	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 38	0	0,00	0	0,00	1
TRAMO 39	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 40	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 41	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 42	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 43	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 44	0	0,00	0	0,00	4
TRAMO 45	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 46	0	0,00	0	0,00	5
TRAMO 47	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 48	1	6,00	0	0,00	6
TRAMO 49	4	8,00	0	0,00	5
TRAMO 50	0	0,00	3	3,50	5
TRAMO 51	7	13,00	0	0,00	6
TRAMOS	LADO IZQUIERDO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 1	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 2	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 3	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 4	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 5	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 6	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 7	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 8	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 9	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 10	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 11	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 12	0	0,00	0	0,00	1
TRAMO 13	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 14	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 15	16	13,40	0	0,00	0
TRAMO 16	9	10,90	0	0,00	0

Anexo B.2: Número y altura media de árboles (grandes y medianos) y número de postes con cables a lado derecho e izquierdo del tramo (continuación)

TRAMOS	LADO IZQUIERDO				
	Número de árboles grandes	Altura media de árboles grandes (m)	Número de árboles medianos	Altura media de árboles medianos (m)	Número de postes con cables
TRAMO 17	14	10,20	0	0,00	0
TRAMO 18	2	9,00	0	0,00	8
TRAMO 19	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 20	5	9,00	0	0,00	2
TRAMO 21	6	7,50	0	0,00	1
TRAMO 22	8	8,00	0	0,00	2
TRAMO 23	6	10,20	0	0,00	0
TRAMO 24	0	0,00	0	0,00	2
TRAMO 25	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 26	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 27	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 28	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 29	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 30	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 31	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 32	0	0,00	0	0,00	3
TRAMO 33	7	6,60	0	0,00	0
TRAMO 34	10	15,50	0	0,00	0
TRAMO 35	8	14,50	2	3,80	0
TRAMO 36	11	12,50	0	0,00	0
TRAMO 37	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 38	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 39	0	0,00	0	0,00	0
TRAMO 40	5	4,20	0	0,00	0
TRAMO 41	7	5,00	0	0,00	0
TRAMO 42	6	7,50	0	0,00	0
TRAMO 43	5	8,50	9	2,20	0
TRAMO 44	9	12,00	7	2,50	0
TRAMO 45	5	8,00	0	0,00	0
TRAMO 46	16	9,00	0	0,00	0
TRAMO 47	14	9,00	0	0,00	0
TRAMO 48	15	10,00	6	2,10	0
TRAMO 49	12	10,00	5	2,80	0
TRAMO 50	15	16,00	6	3,00	1
TRAMO 51	15	16,00	6	3,00	1

Anexo B.3: Ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura media de casas por tramo

TRAMOS	Ancho de calzada (m)	Ancho de acera lado derecho (m)	Ancho de acera lado izquierdo (m)	Ancho de parterre (m)	Altura media de casas lado derecho (m)	Altura media de casas lado izquierdo (m)
TRAMO 1	5,70	1,42	1,89	0,00	7,90	6,30
TRAMO 2	5,73	1,45	1,37	0,00	7,80	7,00
TRAMO 3	6,00	1,15	1,17	0,00	6,30	6,00
TRAMO 4	6,00	1,15	1,17	0,00	7,80	6,67
TRAMO 5	3,12	1,99	2,84	0,00	6,00	6,70
TRAMO 6	6,75	2,60	3,84	0,00	0,00	6,00
TRAMO 7	6,49	2,62	1,31	0,00	7,00	7,40
TRAMO 8	6,16	3,20	2,25	0,00	8,00	8,00
TRAMO 9	6,20	1,89	2,80	0,00	6,00	6,70
TRAMO 10	6,49	1,30	1,48	0,00	6,60	6,90
TRAMO 11	7,14	1,50	1,78	0,00	5,00	7,00
TRAMO 12	7,13	2,81	1,94	0,00	4,00	9,00
TRAMO 13	7,09	3,15	2,16	0,00	3,00	6,00
TRAMO 14	7,22	3,00	1,79	0,00	6,00	5,30
TRAMO 15	11,86	1,47	1,00	0,00	3,00	0,00
TRAMO 16	8,88	1,50	1,00	0,00	7,50	0,00
TRAMO 17	12,72	2,71	1,48	0,00	8,00	0,00
TRAMO 18	13,03	2,46	2,70	0,00	6,80	7,60
TRAMO 19	9,20	2,20	1,75	0,00	6,00	6,60
TRAMO 20	6,39	1,46	0,00	1,95	4,50	0,00
TRAMO 21	6,39	1,46	0,00	1,95	4,50	0,00
TRAMO 22	6,39	1,46	0,00	1,95	9,60	0,00
TRAMO 23	8,95	2,43	1,00	0,00	7,50	0,00
TRAMO 24	12,66	1,70	1,49	0,00	7,00	7,30
TRAMO 25	12,66	1,70	1,49	0,00	7,80	6,70
TRAMO 26	12,66	1,70	1,49	0,00	10,50	9,00
TRAMO 27	10,00	1,97	1,81	0,00	6,50	6,50
TRAMO 28	10,00	2,00	1,90	0,00	7,00	9,00
TRAMO 29	10,00	2,33	1,97	0,00	7,30	8,30
TRAMO 30	11,23	2,76	1,13	0,00	0,00	8,00
TRAMO 31	6,53	2,18	2,50	0,00	6,90	9,80
TRAMO 32	5,47	2,70	1,81	0,00	7,50	11,60
TRAMO 33	9,36	7,33	4,10	0,00	7,80	0,00
TRAMO 34	9,09	7,49	3,96	0,00	7,80	0,00
TRAMO 35	9,40	7,15	4,02	0,00	11,00	0,00
TRAMO 36	9,18	7,40	4,00	0,00	7,20	0,00
TRAMO 37	8,70	1,25	2,00	0,00	9,00	9,00
TRAMO 38	8,70	1,25	2,00	0,00	8,25	10,50
TRAMO 39	9,13	1,50	1,50	0,00	7,88	7,80

Anexo B.3: Ancho de calzada, ancho de acera, ancho de parterre y altura media de casas por tramo (continuación)

TRAMOS	Ancho de calzada (m)	Ancho de acera lado derecho (m)	Ancho de acera lado izquierdo (m)	Ancho de parterre (m)	Altura media de casas lado derecho (m)	Altura media de casas lado izquierdo (m)
TRAMO 40	7,15	2,45	0,00	4,72	7,00	0,00
TRAMO 41	7,15	2,45	0,00	4,72	10,80	0,00
TRAMO 42	6,98	2,46	0,00	4,95	6,00	0,00
TRAMO 43	6,98	2,46	0,00	4,95	7,67	0,00
TRAMO 44	6,98	2,46	0,00	4,95	7,71	0,00
TRAMO 45	6,98	2,46	0,00	4,95	9,00	0,00
TRAMO 46	9,42	3,50	0,00	6,64	6,00	0,00
TRAMO 47	9,42	3,50	0,00	6,64	3,60	0,00
TRAMO 48	9,42	3,50	0,00	6,64	5,25	0,00
TRAMO 49	9,01	3,48	0,00	7,00	6,94	0,00
TRAMO 50	9,01	3,48	0,00	7,00	6,18	0,00
TRAMO 51	8,98	3,42	0,00	7,00	7,80	0,00

Anexo B.4: Altura de no influencia de todos los recorridos

TRAMOS	Primer recorrido		Segundo recorrido		Tercer recorrido		Cuarto recorrido	
	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)
TRAMO 1	2,51	1,97	2,51	1,97	2,51	1,97	2,51	1,97
TRAMO 2	2,53	1,85	2,53	1,85	2,53	1,85	2,53	1,85
TRAMO 3	2,50	1,82	2,50	1,82	2,50	1,82	2,50	1,82
TRAMO 4	2,33	1,99	2,33	1,99	2,50	1,82	2,50	1,82
TRAMO 5	2,02	2,22	2,02	2,22	2,02	2,22	2,02	2,22
TRAMO 6	2,97	2,48	2,97	2,48	2,97	2,48	2,97	2,48
TRAMO 7	2,93	1,88	2,93	1,88	2,93	1,88	2,93	1,88
TRAMO 8	2,83	2,25	3,01	2,07	3,01	2,07	3,01	2,07
TRAMO 9	2,53	2,38	2,53	2,38	2,53	2,38	2,71	2,20
TRAMO 10	2,44	2,10	2,44	2,10	2,44	2,10	2,44	2,10
TRAMO 11	2,58	2,23	2,58	2,23	2,58	2,23	2,58	2,23
TRAMO 12	3,08	2,06	3,08	2,06	3,08	2,06	3,08	2,06
TRAMO 13	2,95	2,31	3,15	2,11	3,15	2,11	3,15	2,11
TRAMO 14	3,14	2,03	3,14	2,03	3,14	2,03	3,14	2,03
TRAMO 15	2,91	2,80	3,25	2,46	3,25	2,46	3,25	2,46
TRAMO 16	2,83	2,20	3,08	1,94	2,83	2,20	2,83	2,20
TRAMO 17	3,29	3,01	3,29	3,01	3,66	2,64	3,29	3,01
TRAMO 18	2,90	3,70	2,90	3,70	2,90	3,70	2,90	3,70
TRAMO 19	2,24	3,20	2,24	3,20	2,24	3,20	2,24	3,20
TRAMO 20	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79
TRAMO 21	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79
TRAMO 22	2,46	1,98	2,46	1,98	2,46	1,98	2,46	1,98

Anexo B.4: Altura de no influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Primer recorrido		Segundo recorrido		Tercer recorrido		Cuarto recorrido	
	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)
TRAMO 23	3,05	2,21	3,05	2,21	3,05	2,21	3,05	2,21
TRAMO 24	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37
TRAMO 25	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37
TRAMO 26	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37
TRAMO 27	2,81	2,77	3,10	2,48	3,10	2,48	2,81	2,77
TRAMO 28	2,82	2,79	3,10	2,50	3,10	2,50	2,82	2,79
TRAMO 29	3,18	2,52	3,18	2,52	3,18	2,52	2,89	2,81
TRAMO 30	3,46	2,43	3,46	2,43	3,46	2,43	3,46	2,43
TRAMO 31	2,27	2,72	2,27	2,72	2,65	2,34	2,65	2,34
TRAMO 32	2,77	1,93	2,77	1,93	2,77	1,93	2,77	1,93
TRAMO 33	3,97	2,75	3,97	2,75	3,97	2,75	3,97	2,75
TRAMO 34	3,98	2,71	3,98	2,71	3,98	2,71	3,98	2,71
TRAMO 35	3,94	2,75	3,94	2,75	3,94	2,75	3,94	2,75
TRAMO 36	3,97	2,72	3,97	2,72	3,97	2,72	3,97	2,72
TRAMO 37	2,49	2,67	2,49	2,67	2,49	2,67	2,49	2,67
TRAMO 38	2,49	2,67	2,49	2,67	2,49	2,67	2,49	2,67
TRAMO 39	2,86	2,34	2,60	2,60	2,86	2,34	2,86	2,34
TRAMO 40	2,80	2,36	3,00	2,16	2,80	2,36	3,00	2,16
TRAMO 41	2,80	2,36	3,00	2,16	3,00	2,16	3,00	2,16
TRAMO 42	2,78	2,38	2,78	2,38	2,78	2,38	2,78	2,38
TRAMO 43	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17
TRAMO 44	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17
TRAMO 45	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17

Anexo B.4: Altura de no influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Primer recorrido		Segundo recorrido		Tercer recorrido		Cuarto recorrido	
	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)
TRAMO 46	2,96	3,17	2,96	3,17	2,96	3,17	2,96	3,17
TRAMO 47	3,64	2,51	3,64	2,51	3,64	2,51	3,64	2,51
TRAMO 48	3,64	2,51	3,64	2,51	2,96	3,17	3,64	2,51
TRAMO 49	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53
TRAMO 50	3,30	2,79	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53
TRAMO 51	3,03	3,04	3,03	3,04	3,03	3,04	3,03	3,04
TRAMOS	Quinto recorrido		Sexto recorrido		Séptimo recorrido		Octavo recorrido	
	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)
TRAMO 1	2,51	1,97	2,51	1,97	2,51	1,97	2,51	1,97
TRAMO 2	2,36	2,01	2,53	1,85	2,53	1,85	2,53	1,85
TRAMO 3	2,50	1,82	2,50	1,82	2,50	1,82	2,50	1,82
TRAMO 4	2,50	1,82	2,33	1,99	2,33	1,99	2,33	1,99
TRAMO 5	2,02	2,22	2,02	2,22	2,02	2,22	2,02	2,22
TRAMO 6	2,97	2,48	2,97	2,48	2,97	2,48	2,97	2,48
TRAMO 7	2,93	1,88	2,93	1,88	2,93	1,88	2,93	1,88
TRAMO 8	3,01	2,07	3,01	2,07	3,01	2,07	3,01	2,07
TRAMO 9	2,71	2,20	2,71	2,20	2,53	2,38	2,53	2,38
TRAMO 10	2,62	1,92	2,44	2,10	2,44	2,10	2,44	2,10
TRAMO 11	2,58	2,23	2,58	2,23	2,58	2,23	2,58	2,23

Anexo B.4: Altura de no influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Quinto recorrido		Sexto recorrido		Séptimo recorrido		Octavo recorrido	
	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)
TRAMO 12	2,88	2,27	3,08	2,06	3,08	2,06	3,08	2,06
TRAMO 13	3,15	2,11	3,15	2,11	3,15	2,11	3,15	2,11
TRAMO 14	3,14	2,03	3,14	2,03	3,14	2,03	3,14	2,03
TRAMO 15	2,91	2,80	2,91	2,80	2,91	2,80	2,91	2,80
TRAMO 16	2,83	2,20	2,83	2,20	2,57	2,46	2,57	2,46
TRAMO 17	3,29	3,01	3,29	3,01	3,29	3,01	3,29	3,01
TRAMO 18	2,90	3,70	2,90	3,70	2,90	3,70	2,90	3,70
TRAMO 19	2,24	3,20	2,24	3,20	2,24	3,20	2,24	3,20
TRAMO 20	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79
TRAMO 21	2,64	1,79	2,64	1,79	2,64	1,79	2,46	1,98
TRAMO 22	2,46	1,98	2,27	2,16	2,27	2,16	2,09	2,35
TRAMO 23	2,79	1,95	3,05	2,21	3,31	1,95	3,31	1,95
TRAMO 24	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37
TRAMO 25	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37
TRAMO 26	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37	2,69	3,37
TRAMO 27	2,81	2,77	2,81	2,77	2,81	2,77	2,81	2,77
TRAMO 28	2,82	2,79	2,82	2,79	3,10	2,50	2,82	2,79
TRAMO 29	2,89	2,81	2,89	2,81	3,18	2,52	3,18	2,52
TRAMO 30	3,46	2,43	3,46	2,43	3,46	2,43	3,46	2,43
TRAMO 31	2,46	2,53	2,46	2,53	2,46	2,53	2,46	2,53
TRAMO 32	2,77	1,93	2,77	1,93	2,77	1,93	2,77	1,93
TRAMO 33	3,97	2,75	3,97	2,75	3,97	2,75	3,97	2,75

Anexo B.4: Altura de no influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Quinto recorrido		Sexto recorrido		Séptimo recorrido		Octavo recorrido	
	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)	Altura media de no influencia (Derecha m)	Altura media de no influencia (Izquierda m)
TRAMO 34	3,98	2,71	3,98	2,71	3,98	2,71	3,98	2,71
TRAMO 35	3,94	2,75	3,94	2,75	3,94	2,75	3,94	2,75
TRAMO 36	3,97	2,72	3,97	2,72	3,97	2,72	3,97	2,72
TRAMO 37	2,49	2,67	2,74	2,41	2,74	2,41	2,49	2,67
TRAMO 38	2,49	2,67	2,74	2,41	2,49	2,67	2,49	2,67
TRAMO 39	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
TRAMO 40	2,80	2,36	3,00	2,16	3,00	2,16	2,80	2,36
TRAMO 41	3,00	2,16	3,00	2,16	3,00	2,16	3,00	2,16
TRAMO 42	2,98	2,17	2,98	2,17	2,78	2,38	2,78	2,38
TRAMO 43	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17
TRAMO 44	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17	2,78	2,38
TRAMO 45	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17	2,98	2,17
TRAMO 46	2,96	3,17	2,96	3,17	3,64	2,51	3,37	2,78
TRAMO 47	3,64	2,51	3,64	2,51	3,64	2,51	3,37	2,78
TRAMO 48	3,64	2,51	3,64	2,51	3,64	2,51	3,37	2,78
TRAMO 49	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53
TRAMO 50	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53	3,56	2,53
TRAMO 51	2,77	3,30	2,77	3,30	2,77	3,30	2,77	3,30

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos

TRAMOS	Primer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área de influencia de casas lado derecho (m ²)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m ²)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	637,33	4,68	545,46
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,67	0,00	0,77	0,00	5,17	581,27	5,75	645,87
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	368,66	4,32	458,75
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	3,04	3,69	225,09
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,60	0,00	0,00	0,09	10,71	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,70	0,00	0,00	4,67	534,80	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Primer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 22	0,00	6,02	0,00	0,00	7,14	581,63	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	7,99	0,00	0,00	4,45	360,92	0,00	0,00
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	322,65	3,73	325,88
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	338,23	6,21	501,77
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,12	451,34	5,78	633,25
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,63	518,81	7,08	793,17
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	594,30	6,33	578,48
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,02	525,41	5,46	572,22
TRAMO 40	0,00	1,84	0,00	0,00	4,20	243,00	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,64	0,00	0,00	8,00	611,24	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,12	0,00	0,00	3,22	325,52	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Primer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	5,83	0,00	0,00	3,04	616,16	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	2,36	7,49	0,00	0,00	1,61	362,50	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,21	0,20	0,21	2,88	557,64	0,00	0,00
TRAMO 51	9,97	12,96	0,00	0,00	4,77	853,70	0,00	0,00
TRAMOS	Segundo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	637,33	4,68	545,46

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Segundo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	368,66	4,32	458,75
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,96	0,00	0,00	4,42	505,47	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	6,02	0,00	0,00	7,14	581,63	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	7,99	0,00	0,00	4,45	360,92	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Segundo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,40	297,43	4,02	351,11
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	314,90	6,50	525,10
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,12	451,34	5,78	633,25
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,63	518,81	7,08	793,17
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	594,30	6,33	578,48
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	553,00	5,20	544,63
TRAMO 40	0,00	2,04	0,00	0,00	4,00	231,07	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,12	0,00	0,00	3,22	325,52	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Segundo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	5,83	0,00	0,00	3,04	616,16	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	2,36	7,49	0,00	0,00	1,61	362,50	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	9,97	12,96	0,00	0,00	4,77	853,70	0,00	0,00
TRAMOS	Tercer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	617,15	4,85	565,64
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Tercer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	368,66	4,32	458,75
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,70	0,00	0,00	4,67	534,80	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,56	0,00	0,00	4,34	865,19	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	6,02	0,00	0,00	7,14	581,63	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	7,99	0,00	0,00	4,45	360,92	0,00	0,00
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Tercer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,40	297,43	4,02	351,11
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	314,90	6,50	525,10
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,12	451,34	5,78	633,25
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25	476,59	7,46	835,39
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	594,30	6,33	578,48
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,02	525,41	5,46	572,22
TRAMO 40	0,00	1,84	0,00	0,00	4,20	243,00	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,12	0,00	0,00	3,22	325,52	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Tercer recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 46	0,00	5,83	0,00	0,00	3,04	616,16	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	3,04	6,83	0,00	0,00	2,29	514,59	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	9,97	12,96	0,00	0,00	4,77	853,70	0,00	0,00
TRAMOS	Cuarto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	617,15	4,85	565,64
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Cuarto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,29	349,64	4,50	477,76
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,70	0,00	0,00	4,67	534,80	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	6,02	0,00	0,00	7,14	581,63	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	7,99	0,00	0,00	4,45	360,92	0,00	0,00
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	322,65	3,73	325,88
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	338,23	6,21	501,77

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Cuarto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41	482,96	5,49	601,63
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25	476,59	7,46	835,39
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	594,30	6,33	578,48
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,02	525,41	5,46	572,22
TRAMO 40	0,00	2,04	0,00	0,00	4,00	231,07	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,12	0,00	0,00	3,22	325,52	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	5,83	0,00	0,00	3,04	616,16	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	2,36	7,49	0,00	0,00	1,61	362,50	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Cuarto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	9,97	12,96	0,00	0,00	4,77	853,70	0,00	0,00
TRAMOS	Quinto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,44	548,74	4,99	503,37
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	617,15	4,85	565,64
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,29	349,64	4,50	477,76
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	440,55	4,98	552,20
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Quinto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	55,79	6,73	334,72
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,60	0,00	0,00	0,09	10,71	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,70	0,00	0,00	4,67	534,80	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	6,02	0,00	0,00	7,14	581,63	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	8,25	0,00	0,00	4,71	381,88	0,00	0,00
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	322,65	3,73	325,88
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	338,23	6,21	501,77
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41	482,96	5,49	601,63
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	497,70	7,27	814,28

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Quinto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	594,30	6,33	578,48
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	553,00	5,20	544,63
TRAMO 40	0,00	1,84	0,00	0,00	4,20	243,00	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,33	0,00	0,00	3,02	305,19	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	5,83	0,00	0,00	3,04	616,16	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	2,36	7,49	0,00	0,00	1,61	362,50	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	10,23	12,70	0,00	0,00	5,03	900,05	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Sexto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	637,33	4,68	545,46
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,29	349,64	4,50	477,76
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,60	0,00	0,00	0,09	10,71	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,70	0,00	0,00	4,67	534,80	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Sexto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	5,84	0,00	0,00	7,33	596,65	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	7,99	0,00	0,00	4,45	360,92	0,00	0,00
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	322,65	3,73	325,88
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	338,23	6,21	501,77
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41	482,96	5,49	601,63
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	497,70	7,27	814,28
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,26	571,37	6,59	601,41
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,51	309,66	8,09	454,70
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	553,00	5,20	544,63
TRAMO 40	0,00	2,04	0,00	0,00	4,00	231,07	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Sexto recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,33	0,00	0,00	3,02	305,19	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	5,83	0,00	0,00	3,04	616,16	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	2,36	7,49	0,00	0,00	1,61	362,50	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	10,23	12,70	0,00	0,00	5,03	900,05	0,00	0,00
TRAMOS	Séptimo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Séptimo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	637,33	4,68	545,46
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	368,66	4,32	458,75
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,60	0,00	0,00	0,09	10,71	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,44	0,00	0,00	4,93	564,13	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,71	0,00	0,00	1,86	123,05	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	5,84	0,00	0,00	7,33	596,65	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	8,25	0,00	0,00	4,19	339,96	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Séptimo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	322,65	3,73	325,88
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	314,90	6,50	525,10
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,12	451,34	5,78	633,25
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	497,70	7,27	814,28
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,26	571,37	6,59	601,41
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	553,00	5,20	544,63
TRAMO 40	0,00	2,04	0,00	0,00	4,00	231,07	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,12	0,00	0,00	3,22	325,52	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Séptimo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 44	0,00	9,83	0,00	0,33	4,73	679,06	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	6,49	0,00	0,00	2,36	479,02	0,00	0,00
TRAMO 47	0,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRAMO 48	2,36	7,49	0,00	0,00	1,61	362,50	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	10,23	12,70	0,00	0,00	5,03	900,05	0,00	0,00
TRAMOS	Octavo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,39	680,85	4,33	548,03
TRAMO 2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,27	532,05	5,15	520,05
TRAMO 3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	491,80	4,18	542,07
TRAMO 4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	637,33	4,68	545,46
TRAMO 5	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98	428,41	4,48	482,63
TRAMO 6	9,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	312,85

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Octavo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 7	9,57	0,00	0,00	0,00	4,07	458,23	5,52	621,61
TRAMO 8	7,49	0,00	0,59	0,00	4,99	561,29	5,93	665,85
TRAMO 9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	368,66	4,32	458,75
TRAMO 10	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	461,31	4,80	531,45
TRAMO 11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	122,07	4,77	240,31
TRAMO 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	45,56	6,94	344,95
TRAMO 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,89	237,57
TRAMO 14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	200,72	3,27	229,72
TRAMO 15	0,00	10,60	0,00	0,00	0,09	10,71	0,00	0,00
TRAMO 16	0,00	8,44	0,00	0,00	4,93	564,13	0,00	0,00
TRAMO 17	0,00	7,19	0,00	0,00	4,71	938,38	0,00	0,00
TRAMO 18	4,60	5,30	0,10	0,00	3,90	994,34	3,90	992,44
TRAMO 19	8,16	0,00	0,00	0,00	3,76	347,53	3,40	314,44
TRAMO 20	0,00	7,21	0,00	0,00	1,86	132,93	0,00	0,00
TRAMO 21	0,00	5,52	0,00	0,00	2,04	135,27	0,00	0,00
TRAMO 22	0,00	5,65	0,00	0,00	7,51	611,67	0,00	0,00
TRAMO 23	0,00	8,25	0,00	0,00	4,19	339,96	0,00	0,00
TRAMO 24	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	360,61	3,93	328,64
TRAMO 25	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11	606,73	3,33	395,18
TRAMO 26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81	712,33	5,63	513,33

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Octavo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69	322,65	3,73	325,88
TRAMO 28	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	338,23	6,21	501,77
TRAMO 29	0,00	0,00	0,00	0,00	4,12	451,34	5,78	633,25
TRAMO 30	11,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,57	573,44
TRAMO 31	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	497,70	7,27	814,28
TRAMO 32	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	468,60	9,67	957,75
TRAMO 33	0,00	3,85	0,00	0,00	3,83	335,31	0,00	0,00
TRAMO 34	0,00	12,79	0,00	0,00	3,82	401,79	0,00	0,00
TRAMO 35	0,00	11,75	0,00	1,05	7,06	816,13	0,00	0,00
TRAMO 36	0,00	9,78	0,00	0,00	3,23	330,20	0,00	0,00
TRAMO 37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	594,30	6,33	578,48
TRAMO 38	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	323,78	7,83	440,58
TRAMO 39	0,00	0,00	0,00	0,00	5,28	553,00	5,20	544,63
TRAMO 40	0,00	1,84	0,00	0,00	4,20	243,00	0,00	0,00
TRAMO 41	0,00	2,84	0,00	0,00	7,80	595,48	0,00	0,00
TRAMO 42	0,00	5,12	0,00	0,00	3,22	325,52	0,00	0,00
TRAMO 43	0,00	6,33	0,00	0,03	4,69	588,23	0,00	0,00
TRAMO 44	0,00	9,62	0,00	0,12	4,93	707,96	0,00	0,00
TRAMO 45	0,00	5,83	0,00	0,00	6,02	386,53	0,00	0,00
TRAMO 46	0,00	6,22	0,00	0,00	2,63	534,18	0,00	0,00

Anexo B.5: Altura y área de influencia de todos los recorridos (continuación)								
TRAMOS	Octavo recorrido							
	Altura media de influencia de árboles grandes lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles grandes lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado derecho (m)	Altura media de influencia de árboles medianos lado izquierdo (m)	Altura media de influencia de casas lado derecho (m)	Área media de influencia de casas lado derecho (m2)	Altura media de influencia de casas lado izquierdo (m)	Área de influencia de casas lado izquierdo (m2)
TRAMO 47	0,00	6,22	0,00	0,00	0,23	28,57	0,00	0,00
TRAMO 48	2,63	7,22	0,00	0,00	1,88	423,67	0,00	0,00
TRAMO 49	4,44	7,47	0,00	0,27	3,38	637,99	0,00	0,00
TRAMO 50	0,00	13,47	0,00	0,47	2,62	507,23	0,00	0,00
TRAMO 51	10,23	12,70	0,00	0,00	5,03	900,05	0,00	0,00

Anexo C: Velocidades recogidas para la validación de los modelos y tabla de valores del Chi-Cuadrado crítico

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX LITE, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos

PRIMER RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPS Speed, sin datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			23,41	24,30	24,33	36,55	37,10	37,00
			19,88	21,70	21,75	36,82	37,10	37,00
			11,81	11,40	11,56	37,38	37,80	37,69
0,00	0,00	0,20	7,54	8,60	8,79	38,04	37,60	37,49
7,75	6,00	6,21	4,13	3,70	3,94	38,27	37,90	37,79
11,78	10,50	10,67	2,52	2,80	3,05	38,28	38,30	38,18
12,57	12,70	12,85	1,56	1,50	1,76	38,28	38,40	38,28
11,05	12,10	12,25	2,11	2,60	2,85	38,15	38,20	38,09
8,06	9,20	9,38	3,85	4,50	4,73	37,73	37,10	37,00
8,74	7,90	8,09	5,88	6,80	7,01	36,60	35,90	35,81
12,66	9,80	9,98	8,51	2,10	2,35	35,66	35,60	35,51
17,35	15,20	15,32	11,54	6,30	6,51	34,82	34,30	34,23
21,89	20,10	20,17	12,94	4,70	4,93	32,45	32,20	32,15
24,60	24,50	24,53	15,10	6,70	6,91	30,72	30,20	30,17
25,72	24,90	24,92	15,63	10,70	10,87	28,01	25,90	25,91
28,83	27,70	27,69	16,68	15,60	15,72	22,86	22,90	22,94
30,91	30,50	30,46	17,32	16,70	16,80	22,16	21,10	21,16
32,90	32,40	32,34	16,78	17,30	17,40	21,48	20,40	20,47
34,35	34,50	34,42	18,86	18,80	18,88	20,59	16,70	16,80
34,34	34,30	34,23	18,17	18,40	18,49	21,65	21,40	21,46
34,96	34,10	34,03	18,34	18,50	18,59	23,78	25,90	25,91
34,81	34,70	34,62	17,91	17,70	17,79	26,73	28,20	28,19
34,59	34,60	34,52	16,59	16,10	16,21	28,70	28,50	28,48
34,79	34,70	34,62	18,35	17,70	17,79	27,93	27,40	27,40
33,93	34,40	34,32	27,48	26,90	26,90	23,35	22,10	22,15
34,11	34,30	34,23	28,23	27,50	27,49	17,11	16,30	16,41
32,87	33,70	33,63	31,36	32,60	32,54	15,99	16,70	16,80
30,63	31,30	31,26	33,27	32,90	32,84	19,50	17,90	17,99
31,21	31,10	31,06	33,33	33,70	33,63	23,89	26,10	26,11
30,96	31,30	31,26	34,46	35,50	35,41	27,91	28,60	28,58
31,69	31,60	31,55	36,19	36,30	36,20	29,35	29,30	29,28
31,19	31,10	31,06	36,62	37,20	37,10	29,40	29,80	29,77
31,51	31,70	31,65	37,18	37,50	37,39	31,44	31,40	31,35
31,13	29,90	29,87	37,42	37,50	37,39	31,54	31,60	31,55
28,69	27,40	27,40	37,24	37,70	37,59	31,32	31,00	30,96
25,71	25,20	25,22	37,27	37,20	37,10	30,47	30,50	30,46
22,59	21,20	21,26	36,66	37,20	37,10	29,06	28,80	28,78
20,21	19,80	19,87	37,19	37,70	37,59	25,57	25,80	25,81
21,18	22,00	22,05	37,45	37,60	37,49	19,25	19,10	19,18
23,75	25,00	25,02	37,13	37,20	37,10	-	-	-

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

PRIMER RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPS Speed, sin datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
26,94	26,90	26,90	36,87	36,80	36,70	-	-	-
28,55	28,40	28,39	36,80	36,80	36,70	-	-	-
27,88	28,40	28,39	36,46	36,80	36,70	-	-	-
25,24	25,70	25,71	36,65	36,60	36,50	-	-	-
25,26	25,60	25,61	36,05	36,70	36,60	-	-	-
SEGUNDO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPSLogger, sin datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			29,41	30,00	29,76	47,10	47,60	46,92
			33,48	34,60	34,25	46,23	45,80	45,16
			33,10	34,10	33,76	44,33	43,70	43,12
0,00	0,00	0,51	29,04	27,20	27,03	39,06	38,60	38,15
5,49	5,80	6,17	29,80	28,00	27,81	29,19	29,20	28,98
11,68	11,70	11,92	20,40	18,70	18,74	22,31	21,40	21,38
16,60	17,90	17,96	21,73	23,60	23,52	22,05	20,80	20,79
26,14	28,50	28,30	26,87	28,00	27,81	26,16	26,60	26,45
29,10	28,80	28,59	33,26	31,80	31,52	29,73	29,70	29,47
34,25	32,90	32,59	37,12	36,20	35,81	20,27	19,80	19,82
36,59	35,70	35,32	40,72	41,40	40,88	18,02	18,30	18,35
38,93	39,70	39,22	41,21	41,40	40,88	27,34	27,40	27,23
40,39	40,30	39,80	42,15	41,90	41,36	29,81	30,10	29,86
40,44	40,70	40,19	42,16	42,60	42,04	30,93	31,30	31,03
40,31	41,20	40,68	42,09	42,50	41,95	32,81	32,30	32,00
38,16	37,40	36,98	42,62	42,60	42,04	32,18	32,00	31,71
31,12	26,60	26,45	41,96	43,10	42,53	22,76	21,50	21,47
25,79	25,00	24,89	44,51	45,30	44,68	-	-	-
30,99	32,70	32,39	45,53	46,20	45,55	-	-	-
30,93	29,60	29,37	45,82	47,00	46,33	-	-	-
TERCER RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPS Speed, con datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			26,35	28,20	28,09	0,00	0,00	0,27
			27,54	26,40	26,32	0,00	0,00	0,27
			27,15	27,10	27,01	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	22,87	27,30	27,21	0,00	0,00	0,27
8,82	7,80	7,97	16,81	23,90	23,85	0,00	0,00	0,27
4,74	7,90	8,06	12,11	17,20	17,24	0,00	0,00	0,27
2,28	5,90	6,09	10,89	12,60	12,70	0,00	0,00	0,27

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

TERCER RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPS Speed, con datos (V _r)	V _a (estimado)	Continuación			Continuación		
0,00	0,00	0,27	13,86	10,50	10,63	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	17,47	13,10	13,20	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	21,95	18,20	18,23	0,00	0,00	0,27
0,98	0,00	0,27	24,97	22,20	22,17	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	25,64	25,00	24,94	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	28,96	25,60	25,53	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	29,58	28,70	28,59	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	29,66	30,00	29,87	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	31,01	30,10	29,97	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	31,68	31,20	31,05	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	32,21	31,70	31,55	0,00	0,00	0,27
0,00	0,00	0,27	32,18	32,30	32,14	0,00	0,00	0,27
1,11	0,00	0,27	31,59	32,30	32,14	0,00	0,00	0,27
1,14	0,00	0,27	31,35	31,80	31,65	0,00	0,00	0,27
17,06	7,70	7,87	30,98	31,50	31,35	0,00	0,00	0,27
17,95	15,40	15,46	30,92	31,10	30,96	0,00	0,00	0,27
22,76	17,60	17,64	31,30	31,20	31,05	0,00	0,00	0,27
27,09	22,00	21,98	30,67	31,50	31,35	0,00	0,00	0,27
27,45	26,80	26,71	31,84	31,30	31,15	0,00	0,00	0,27
30,62	26,70	26,61	32,69	31,60	31,45	0,00	0,00	0,27
31,30	30,00	29,87	32,56	32,10	31,94	7,86	5,10	5,30
32,74	30,90	30,76	34,74	32,90	32,73	13,59	10,80	10,93
35,82	32,60	32,44	37,15	34,30	34,11	14,91	11,30	11,42
37,00	34,80	34,61	37,83	36,10	35,89	19,26	15,40	15,46
37,39	36,70	36,48	38,12	37,20	36,97	23,69	21,80	21,78
37,76	37,00	36,78	38,84	38,10	37,86	26,42	26,40	26,32
38,40	37,90	37,67	38,83	38,50	38,26	27,29	26,50	26,42
39,83	38,20	37,96	39,40	38,90	38,65	27,66	27,30	27,21
41,30	39,10	38,85	39,14	39,30	39,05	24,30	26,50	26,42
41,21	41,00	40,72	39,11	39,40	39,15	18,96	22,80	22,77
41,76	41,30	41,02	39,17	38,80	38,55	14,89	16,00	16,06
41,83	41,70	41,41	39,07	39,30	39,05	17,14	14,50	14,58
41,28	41,40	41,12	37,83	38,90	38,65	22,30	18,80	18,82
39,05	41,70	41,41	33,56	35,70	35,49	27,06	23,50	23,46
35,07	39,00	38,75	31,13	32,40	32,24	28,59	28,50	28,39
31,97	34,60	34,41	30,10	30,80	30,66	29,87	28,70	28,59

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

TERCER RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPS Speed, con datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
26,74	31,60	31,45	29,87	30,30	30,17	32,25	31,30	31,15
22,24	26,90	26,81	29,83	30,20	30,07	30,24	31,00	30,86
24,75	24,20	24,15	31,24	30,80	30,66	30,20	30,40	30,27
29,87	24,80	24,74	31,06	31,80	31,65	31,20	30,40	30,27
31,15	28,10	28,00	28,02	30,30	30,17	29,56	33,00	32,83
31,67	30,80	30,66	22,42	26,40	26,32	25,25	29,60	29,48
29,38	31,80	31,65	15,75	19,10	19,12	20,53	26,00	25,92
28,83	30,20	30,07	11,83	13,70	13,79	17,70	21,40	21,38
29,26	28,90	28,79	9,05	10,80	10,93	-	-	-
30,51	29,20	29,08	6,48	7,50	7,67	-	-	-
32,62	30,60	30,46	3,86	4,70	4,91	-	-	-
33,65	32,90	32,73	1,44	0,00	0,27	-	-	-
32,22	33,40	33,23	0,91	0,00	0,27	-	-	-
29,11	30,00	29,87	0,00	0,00	0,27	-	-	-
CUARTO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPSLogger, con datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			33,92	33,70	33,63	41,74	42,50	42,36
			28,57	26,30	26,30	33,23	35,00	34,92
			18,80	17,90	17,97	23,53	24,80	24,81
16,46	15,60	15,69	20,09	19,80	19,85	20,38	20,50	20,55
23,36	22,60	22,63	18,95	18,70	18,76	19,44	19,60	19,65
28,18	27,80	27,78	11,38	10,50	10,63	18,58	21,00	21,04
33,16	32,10	32,05	4,74	4,90	5,08	18,69	18,40	18,47
36,90	34,90	34,82	8,50	9,80	9,94	19,17	17,60	17,67
39,05	39,40	39,28	14,68	15,90	15,99	23,48	21,00	21,04
40,51	40,30	40,17	21,99	22,20	22,23	24,97	24,90	24,91
40,34	40,60	40,47	27,41	28,40	28,38	23,53	24,00	24,02
39,93	40,60	40,47	34,60	34,00	33,93	16,39	17,50	17,57
39,90	40,00	39,88	37,14	37,40	37,30	18,53	16,00	16,09
39,01	39,70	39,58	40,52	40,70	40,57	27,57	26,60	26,59
35,45	39,10	38,99	42,79	42,50	42,36	32,70	31,90	31,85
32,68	31,90	31,85	43,41	43,50	43,35	31,03	30,70	30,66
28,80	26,90	26,89	44,25	44,10	43,94	30,07	30,70	30,66
23,61	22,10	22,13	43,80	43,80	43,64	23,54	26,20	26,20
23,93	23,70	23,72	45,20	44,90	44,73	-	-	-
25,71	26,60	26,59	45,71	45,70	45,53	-	-	-

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

CUARTO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy S6 y GPSLogger, con datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
29,24	29,20	29,17	47,33	46,70	46,52	-	-	-
27,35	27,10	27,09	47,61	47,50	47,31	-	-	-
30,55	30,80	30,76	45,21	46,40	46,22	-	-	-
QUINTO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPS Speed, sin datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			33,92	34,50	34,48	46,55	47,20	47,13
			28,55	35,40	35,38	44,40	46,30	46,23
			22,09	33,90	33,88	42,40	44,30	44,24
9,37	3,80	3,90	16,03	27,30	27,31	39,75	42,50	42,45
15,58	8,80	8,88	13,44	19,90	19,94	35,42	38,80	38,76
17,16	14,60	14,66	16,61	14,50	14,56	28,34	35,40	35,38
21,66	16,80	16,85	21,75	14,50	14,56	26,27	29,60	29,60
26,87	21,50	21,53	23,30	18,60	18,64	22,57	25,80	25,82
29,51	26,10	26,11	18,95	22,50	22,53	20,47	22,60	22,63
30,43	29,30	29,30	14,69	21,60	21,63	20,41	20,40	20,44
33,34	31,00	30,99	13,63	17,40	17,45	19,17	19,90	19,94
33,93	33,40	33,38	15,91	13,60	13,66	19,33	18,90	18,94
35,11	33,40	33,38	19,79	14,10	14,16	24,65	19,70	19,74
36,55	35,20	35,18	24,84	18,70	18,74	27,82	24,30	24,32
36,89	36,60	36,57	29,78	21,70	21,73	27,74	27,80	27,81
37,55	37,00	36,97	35,50	32,40	32,39	23,14	27,60	27,61
38,05	37,40	37,37	35,49	35,10	35,08	16,71	23,60	23,62
38,98	38,00	37,97	39,84	37,40	37,37	17,64	17,60	17,65
39,54	38,60	38,56	43,91	42,40	42,35	20,15	17,60	17,65
39,56	39,10	39,06	44,07	44,40	44,34	24,02	19,60	19,64
39,89	39,50	39,46	44,57	44,10	44,04	29,50	24,00	24,02
40,50	40,00	39,96	45,98	45,30	45,24	29,73	28,70	28,70
40,62	40,50	40,46	45,20	45,80	45,74	31,58	30,20	30,20
39,85	40,70	40,66	44,33	44,70	44,64	32,52	31,40	31,39
38,99	40,40	40,36	44,38	43,80	43,74	30,82	32,00	31,99
37,06	39,00	38,96	45,30	44,60	44,54	31,06	32,30	32,29
34,32	36,30	36,27	44,79	45,30	45,24	29,02	31,00	30,99
28,07	35,30	35,28	46,28	45,70	45,64	26,20	30,10	30,10
24,05	31,10	31,09	46,37	46,10	46,03	18,71	25,80	25,82
24,69	25,90	25,91	45,43	46,50	46,43	-	-	-
28,26	24,90	24,92	46,06	46,00	45,93	-	-	-

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

QUINTO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPS Speed, sin datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
31,75	26,60	26,61	46,12	45,90	45,83	-	-	-
31,93	30,30	30,30	46,79	45,80	45,74	-	-	-
28,88	31,00	30,99	47,64	47,90	47,83	-	-	-
29,52	31,20	31,19	48,84	47,70	47,63	-	-	-
31,83	29,60	29,60	47,66	48,40	48,32	-	-	-
32,95	30,40	30,40	47,19	48,40	48,32	-	-	-
34,694	32,3	32,29	47,443	47,4	47,33	-	-	-
SEXTO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPSLogger, sin datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			32,77	32,00	31,97	41,96	42,10	41,95
			31,48	29,40	29,41	42,24	42,00	41,85
			21,88	22,60	22,69	40,38	39,70	39,58
8,72	4,30	4,62	26,20	25,80	25,85	34,50	32,50	32,47
19,34	18,90	19,04	21,19	18,30	18,44	22,20	22,80	22,89
29,09	28,20	28,22	22,73	22,10	22,20	17,65	18,00	18,15
28,83	29,20	29,21	30,02	30,40	30,39	18,63	19,00	19,13
35,92	29,10	29,11	31,96	33,10	33,06	26,31	25,80	25,85
37,27	38,30	38,19	35,03	35,00	34,94	23,93	24,10	24,17
39,95	40,80	40,66	34,58	34,00	33,95	17,90	19,00	19,13
40,55	40,70	40,57	32,48	32,40	32,37	26,82	29,20	29,21
41,20	41,40	41,26	29,18	29,20	29,21	31,93	31,20	31,18
40,00	39,30	39,18	30,08	28,60	28,62	30,71	30,60	30,59
34,65	32,50	32,47	31,93	32,00	31,97	29,59	28,50	28,52
24,37	24,30	24,37	33,56	33,70	33,65	18,39	20,40	20,52
26,69	27,40	27,43	37,51	36,90	36,81	-	-	-
30,97	30,90	30,89	39,62	39,20	39,08	-	-	-
30,95	31,30	31,28	41,29	41,30	41,16	-	-	-
SÉPTIMO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPS Speed, con datos (Vr)	Va (estimado)	Continuación			Continuación		
			29,62	27,90	28,29	47,51	46,80	47,06
			31,04	31,50	31,86	47,77	47,40	47,66
			30,66	32,00	32,36	48,60	48,10	48,35
0,00	0,00	0,58	28,49	31,20	31,57	47,73	48,10	48,35
0,87	0,60	1,17	29,74	29,10	29,48	47,27	47,90	48,15
0,00	1,10	1,67	33,21	30,50	30,87	45,40	46,90	47,16
0,00	0,00	0,58	34,09	32,70	33,06	43,18	45,40	45,67

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

SÉPTIMO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPS Speed, con datos (V_r)	V_a (estimado)	Continuación			Continuación		
1,19	0,00	0,58	31,14	33,60	33,95	41,26	41,50	41,80
5,86	3,00	3,56	27,55	31,60	31,96	38,41	38,90	39,21
11,62	4,60	5,15	23,07	28,40	28,78	33,21	34,40	34,74
15,87	14,10	14,58	20,32	24,10	24,51	27,21	28,70	29,08
18,40	16,90	17,36	22,44	21,30	21,73	24,02	24,50	24,91
22,60	21,00	21,44	26,86	27,30	27,69	22,11	23,50	23,92
27,41	24,60	25,01	26,37	26,70	27,10	21,18	21,10	21,53
28,27	28,30	28,69	20,04	21,70	22,13	21,13	21,20	21,63
31,43	29,80	30,18	17,66	19,10	19,55	20,33	20,30	20,74
33,77	31,50	31,86	20,74	19,50	19,95	23,28	22,90	23,32
35,48	34,10	34,45	25,30	23,90	24,32	26,77	26,10	26,50
37,92	36,60	36,93	30,89	29,30	29,68	27,96	27,40	27,79
39,25	38,60	38,92	36,63	34,50	34,84	26,82	27,70	28,09
40,75	39,90	40,21	36,70	36,60	36,93	18,53	22,90	23,32
40,85	40,70	41,00	40,58	39,20	39,51	18,01	18,40	18,85
40,77	41,10	41,40	42,02	41,80	42,09	24,15	19,70	20,14
40,95	40,40	40,70	42,93	42,10	42,39	29,56	22,90	23,32
41,26	41,20	41,50	44,73	44,00	44,28	29,43	30,90	31,27
41,68	41,70	41,99	45,02	44,90	45,17	32,25	32,40	32,76
41,29	41,60	41,90	45,19	45,10	45,37	32,32	33,40	33,75
42,11	41,90	42,19	44,81	44,80	45,07	32,89	33,80	34,15
41,86	41,60	41,90	44,55	44,40	44,68	31,68	34,70	35,04
39,36	41,50	41,80	43,78	44,20	44,48	31,60	33,70	34,05
36,02	39,30	39,61	43,86	44,10	44,38	27,60	30,10	30,47
33,77	34,10	34,45	44,71	44,20	44,48	22,74	26,60	27,00
29,92	31,10	31,47	45,05	45,20	45,47	-	-	-
25,14	26,70	27,10	45,62	45,70	45,97	-	-	-
22,74	22,80	23,22	46,05	45,60	45,87	-	-	-
25,13	25,20	25,61	46,32	46,20	46,46	-	-	-
OCTAVO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPSLogger, con datos (V_r)	V_a (estimado)	Continuación			Continuación		
			8,20	8,40	8,67	34,15	30,00	29,90
			20,38	21,30	21,35	24,19	22,40	22,43
			25,07	22,50	22,53	20,68	19,90	19,97
0,00	0,00	0,42	17,90	20,90	20,95	29,81	28,30	28,23
1,87	0,00	0,42	26,18	28,90	28,82	25,46	25,40	25,38

Anexo C.1: Velocidad del equipo de Video VBOX Lite, velocidad de teléfonos celulares y aplicaciones, y velocidad obtenida con las ecuaciones de la Tabla 6.2 para todos los recorridos (continuación)

OCTAVO RECORRIDO								
Velocidad del equipo de Video VBOX Lite (observado)	Velocidad del Galaxy A5 y GPSLogger, con datos (V_r)	V_a (estimado)	Continuación			Continuación		
1,30	0,00	0,42	28,03	27,30	27,24	14,58	15,10	15,26
0,00	0,00	0,42	21,48	20,20	20,27	25,06	27,20	27,15
1,12	0,00	0,42	22,34	22,10	22,13	35,10	34,60	34,42
13,41	14,60	14,76	19,80	19,80	19,87	35,94	35,10	34,91
25,98	23,20	23,21	20,20	18,90	18,99	27,55	32,40	32,26
31,59	30,70	30,59	28,36	27,50	27,44	19,15	17,80	17,91
35,35	33,00	32,85	36,46	36,30	36,09	11,36	14,80	14,96
39,72	33,10	32,94	41,28	40,90	40,61	24,81	19,50	19,58
41,45	38,10	37,86	45,54	45,30	44,93	29,40	28,40	28,32
41,94	41,80	41,49	47,35	46,90	46,50	33,62	33,40	33,24
41,63	42,80	42,48	50,38	49,30	48,86	29,82	32,80	32,65
42,16	41,50	41,20	49,18	50,80	50,34	23,65	25,60	25,57
35,85	35,50	35,30	51,16	51,90	51,42	23,10	22,10	22,13
9,83	7,70	7,98	49,55	48,70	48,27	-	-	-

Anexo C.2: Tabla de valores de Chi-Cuadrado crítico

v/p	p									
	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999	
1	1,64	2,07	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88	9,14	10,83	
2	3,22	3,79	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60	11,98	13,82	
3	4,64	5,32	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84	14,32	16,27	
4	5,99	6,74	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86	16,42	18,47	
5	7,29	8,12	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75	18,39	20,52	
6	8,56	9,45	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55	20,25	22,46	
7	9,80	10,75	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28	22,04	24,32	
8	11,03	12,03	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95	23,77	26,12	
9	12,24	13,29	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59	25,46	27,88	
10	13,44	14,53	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19	27,11	29,59	
20	25,04	26,50	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00	42,34	45,31	
30	36,25	37,99	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67	56,33	59,70	
40	47,27	49,24	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77	69,70	73,40	
41	48,36	50,36	52,95	56,94	60,56	64,95	68,05	71,01	74,74	
42	49,46	51,47	54,09	58,12	61,78	66,21	69,34	72,32	76,08	
43	50,55	52,59	55,23	59,30	62,99	67,46	70,62	73,62	77,42	
44	51,64	53,70	56,37	60,48	64,20	68,71	71,89	74,93	78,75	
45	52,73	54,81	57,51	61,66	65,41	69,96	73,17	76,22	80,08	
46	53,82	55,92	58,64	62,83	66,62	71,20	74,44	77,52	81,40	
47	54,91	57,03	59,77	64,00	67,82	72,44	75,70	78,81	82,72	
48	55,99	58,14	60,91	65,17	69,02	73,68	76,97	80,10	84,04	
49	57,08	59,24	62,04	66,34	70,22	74,92	78,23	81,38	85,35	
50	58,16	60,35	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49	82,66	86,66	
51	59,25	61,45	64,30	68,67	72,62	77,39	80,75	83,94	87,97	
52	60,33	62,55	65,42	69,83	73,81	78,62	82,00	85,22	89,27	
53	61,41	63,65	66,55	70,99	75,00	79,84	83,25	86,49	90,57	
54	62,50	64,76	67,67	72,15	76,19	81,07	84,50	87,77	91,87	
55	63,58	65,86	68,80	73,31	77,38	82,29	85,75	89,03	93,17	
56	64,66	66,95	69,92	74,47	78,57	83,51	86,99	90,30	94,46	
57	65,74	68,05	71,04	75,62	79,75	84,73	88,24	91,57	95,75	
58	66,82	69,15	72,16	76,78	80,94	85,95	89,48	92,83	97,04	
59	67,89	70,25	73,28	77,93	82,12	87,17	90,72	94,09	98,32	
60	68,97	71,34	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95	95,34	99,61	
70	79,71	82,26	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21	107,81	112,32	
80	90,41	93,11	96,58	101,88	106,63	112,33	116,32	120,10	124,84	
90	101,05	103,90	107,57	113,15	118,14	124,12	128,30	132,26	137,21	
100	111,67	114,66	118,50	124,34	129,56	135,81	140,17	144,29	149,45	
101	112,73	115,73	119,59	125,46	130,70	136,97	141,35	145,49	150,67	
102	113,79	116,81	120,68	126,57	131,84	138,13	142,53	146,69	151,88	
103	114,84	117,88	121,77	127,69	132,97	139,30	143,71	147,88	153,10	

Anexo C.2: Tabla de valores de Chi-Cuadrado crítico (continuación)										
v/p	p									
	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9975	0,999	
104	115,90	118,95	122,86	128,80	134,11	140,46	144,89	149,08	154,31	
105	116,96	120,02	123,95	129,92	135,25	141,62	146,07	150,27	155,53	
106	118,02	121,09	125,04	131,03	136,38	142,78	147,25	151,47	156,74	
107	119,08	122,16	126,12	132,14	137,52	143,94	148,42	152,66	157,95	
108	120,14	123,24	127,21	133,26	138,65	145,10	149,60	153,85	159,16	
109	121,19	124,31	128,30	134,37	139,78	146,26	150,77	155,04	160,37	
110	122,25	125,38	129,39	135,48	140,92	147,41	151,95	156,23	161,58	
120	132,81	136,06	140,23	146,57	152,21	158,95	163,65	168,08	173,62	
121	133,86	137,13	141,32	147,67	153,34	160,10	164,81	169,26	174,82	
122	134,91	138,20	142,40	148,78	154,46	161,25	165,98	170,44	176,01	
123	135,97	139,26	143,48	149,88	155,59	162,40	167,14	171,62	177,21	
124	137,02	140,33	144,56	150,99	156,71	163,55	168,31	172,80	178,41	
125	138,08	141,39	145,64	152,09	157,84	164,69	169,47	173,98	179,60	
126	139,13	142,46	146,72	153,20	158,96	165,84	170,63	175,16	180,80	
127	140,18	143,52	147,80	154,30	160,09	166,99	171,80	176,33	181,99	
128	141,24	144,59	148,89	155,40	161,21	168,13	172,96	177,51	183,19	
129	142,29	145,65	149,97	156,51	162,33	169,28	174,12	178,68	184,38	
130	143,34	146,72	151,05	157,61	163,45	170,42	175,28	179,86	185,57	
140	153,85	157,35	161,83	168,61	174,65	181,84	186,85	191,57	197,45	
150	164,35	167,96	172,58	179,58	185,80	193,21	198,36	203,21	209,26	
160	174,83	178,55	183,31	190,52	196,92	204,53	209,82	214,81	221,02	
161	175,88	179,61	184,38	191,61	198,02	205,66	210,97	215,97	222,19	
162	176,92	180,67	185,45	192,70	199,13	206,79	212,11	217,12	223,36	
163	177,97	181,73	186,52	193,79	200,24	207,92	213,25	218,28	224,53	
164	179,02	182,78	187,60	194,88	201,35	209,05	214,40	219,43	225,71	
165	180,06	183,84	188,67	195,97	202,46	210,18	215,54	220,59	226,88	
166	181,11	184,90	189,74	197,06	203,57	211,30	216,68	221,74	228,05	
167	182,15	185,95	190,81	198,15	204,67	212,43	217,82	222,90	229,21	
168	183,20	187,01	191,88	199,24	205,78	213,56	218,96	224,05	230,38	
169	184,25	188,07	192,95	200,33	206,89	214,69	220,10	225,20	231,55	
170	185,29	189,12	194,02	201,42	208,00	215,81	221,24	226,35	232,72	

v: Grados de libertad
p: Nivel de confianza