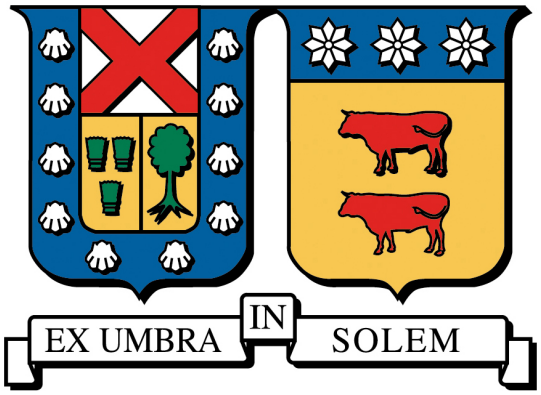
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE MECANICA
SANTIAGO DE CHILE- CHILE



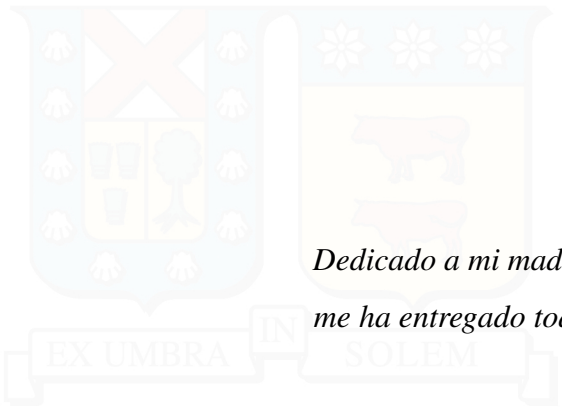
DETERMINAR EL NIVEL DE ACTIVIDAD VEHICULAR PARA LA ESTIMACION DE EMISIONES CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Pablo José Würth Ortiz

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
Ingeniero Civil Mecánico

PROFESOR GUÍA : Dr. Mauricio Osses A.
PROFESOR CORREFERENTE : Ing. Luis Guzmán

27 de julio de 2017



Dedicado a mi madre por el apoyo que me ha entregado todos estos años.

AGRADECIMIENTOS

A el profesor Guía Mauricio Osses, por su incondicional apoyo y valiosa guía para le desarrollo de éste trabajo.

A mi Compañero Nino Bravo, por el apoyo brindado a lo largo de todas las mediciones realizadas. A Sebastián Diez por el Apoyo en las mediciones de dinámicas de conducción.

A mi Familia y a todos aquellos que me han apoyado durante el desarrollo de este trabajo todos estos años.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal poder mostrar gráficamente lo que significa un nivel de actividad para fuentes móviles en ruta para la ciudad de Santiago de Chile del año 2015. La relevancia fundamental está dada por las múltiples implicaciones, que tiene en la visualización de recorridos, velocidades y posibles congestiones y las razones que se pueden hipotetizar de estos puntos conflictivos.

Los resultados se obtuvieron mediante la aplicación de un estudio de campo orientado a conocer el nivel de actividad vehicular de la ciudad, utilizándose la metodología IVE ("International Vehicle Emission"), de procesamiento de información tipo "bottom up" estudiando los 4 ámbitos del nivel de actividad según el método IVE: composición dinámica de flota, tecnología vehicular, distribución de partidas en frío y patrones de conducción. Las mediciones de velocidad y geolocalización se realizaron mediante los dispositivos "VAM".

Se observó la predominancia de los vehículos particulares y comerciales por sobre el resto de las categorías siendo un 70 % de la composición total, por otro lado destaca el alto porcentaje de camiones que existen, un 16 % de la flota, al comparar los resultados obtenidos con otras ciudades se determinaron claras diferencias en las velocidades de conducción en autopistas dando que Santiago de Chile es el lugar con la mayor velocidad promedio en autopistas 55,69 km/h y la menor velocidad promedio en avenidas con 17 km/h. finalmente se obtuvo una estimación de los factores de emisiones a partir de los datos obtenidos mediante las mediciones.

Como conclusión principal, se tiene que el método "IVE" resulta eficiente y de bajo costo a la hora de realizar las mediciones de actividad vehicular ya que éste considera 4 ámbitos característicos de cada ciudad: patrones de conducción, partidas en frío,

composición dinámica de flota y tecnología vehicular, los cuales varían según el año, zona de la ciudad, hora y idiosincrasia, adaptándose de manera correcta a su naturaleza cambiante.

ABSTRACT

The main objective of this work is to show graphically what a level of activity for mobile sources in route for the city of Santiago de Chile in 2015 means. The fundamental relevance is given by the multiple implications they have in the visualization of Routes, speeds and possible congestions and the reasons that can hypothesized of these conflicting points.

The results were obtained through the application of a field study aimed to know the level of vehicular activity of the city, using the IVE methodology (Ïnternational Vehicle Emission"), of information processing "bottom up"type studyng the four areas of activity level according to the IVE method: dynamic fleet composition, vehicular technology, distribution of cold startups and driving patterns. The measurements of speed and geolocation were made using the devices “VAM”.

The predominance of private and commercial vehicles was observed over the rest of the categories, being 70 % of the total composition, on the other hand highlights the high percentage of trucks that exist, 16 % of the fleet, when comparing the results obtained with other cities, there were clear differences in motorway speeds, giving Santiago de Chile the place with the highest average speed on motorways 55.69 km / h and the lowest average speed in avenues with 17 km / H, finaly, an estimation of the emission factors was obtained from the data obtained by the measurements.

As a main conclusion, the ÏVE"method is efficient and inexpensive when carrying out measurements of vehicle activity, since it considers four characteristic areas of each city: driving patterns, cold starts, composition Fleet dynamics and vehicular technology, which vary according to the year, city zone, time and idiosyncrasy, adapting in a correct way to its changing nature.

Índice de Contenidos

1. INTRODUCCION **1**

2. ESTADO DEL ARTE **5**
2.1. Medidas del PPDA por sector 5
2.1.1. Medidas en transporte y combustible 6
2.1.2. Mejoras realizadas en combustibles 9
2.2. Inventario de emisiones 10
2.2.1. Inventario de emisiones de fuentes fijas 11
2.2.2. Inventario de emisiones de fuentes móviles 12
2.3. Actividad vehicular y emisiones en fuentes móviles en ruta 14
2.3.1. Composición dinámica de flujo y tecnología vehicular 15
2.3.2. Dinámica de conducción 16
2.3.3. Resultados de actividad vehicular anteriores 17

3. METODOLOGIA **20**
3.1. Dinámicas de conducción 21
3.1.1. Recaudación de información 21
3.1.2. Procesamiento de la información 29
3.2. Composición dinámica de flota 29
3.2.1. Recaudación de la información 29
3.2.2. Procesamiento de la información 32

4. RESULTADOS OBTENIDOS **34**
4.1. Dinámicas de conducción 35
4.1.1. Patrones de conducción 35
4.1.2. Partidas en frío 47
4.2. Composición dinámica de flota y tecnología vehicular 48
4.2.1. Composición dinámica de flota 49
4.2.2. Tecnología vehicular 53
4.3. Comparación resultados obtenidos con otras ciudades 59
4.3.1. Patrones de conducción 59

4.3.2. Composición dinámica de flota 62
4.4. Factores de emisión 64

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 68
5.1. Conclusiones generales 68
5.2. Conclusiones específicas 70
5.2.1. Dinámicas de conducción y partidas en frío 71
5.2.2. Composición dinámica de flota y tecnología vehicular 73
5.2.3. Comparación de resultados con otros niveles de actividad 75
5.2.4. Factores de emisión 77
5.3. Recomendaciones 77

Bibliografía 79

A. Procesamiento de datos 81

B. Resultados 84

C. Campaña medición composición (fotos) 87

D. Plantillas de conteo vehicular parte 1 91

E. Plantillas de conteo vehicular parte 2 141

Índice de Tablas

2.1. Composición dinámica de flota de Santiago de Chile 2007 (Henríquez Salazar, 2008) . . . 19

3.1. Archivos obtenidos de las mediciones de dinamicas de conducción para camiones ligeros, taxis y transporte escolar . . . 22
3.2. Tabla de los horarios y tipo de bus tomado por día . . . 23
3.3. tabla de los recorridos realizados por hora para cada vehículo durante los 6 días de medición . . . 27
3.4. grabaciones realizadas por día para cada cada persona . . . 31

4.1. Tabla resumen del conteo de flujo dinámico en la ciudad de Santiago de Chile . . . 49
4.2. Resumen distribución de categorías para flota de vehículos particulares (Paiola, 2017) . . . 54
4.3. Resumen distribución de categorías para flota de taxis (Paiola, 2017) . . . 55
4.4. Resumen distribución de categorías para flota de buses 12 metros (Paiola, 2017) . . . 55
4.5. Resumen distribución de categorías para flota de buses 18 metros articulados (Paiola, 2017) . . . 56
4.6. Resumen distribución de categorías para flota de camiones livianos y medianos (Paiola, 2017) . . . 56
4.7. Resumen distribución de categorías para flota de camiones pesados (Paiola, 2017) . . . 57
4.8. Parque vehicular en circulación parte 1 . . . 57
4.9. Parque vehicular en circulación parte 2 . . . 57
4.10. Parque vehicular en circulación parte 3 . . . 58
4.11. Cuadro comparativo de las velocidades durante el día para las autopistas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil . . . 60
4.12. Cuadro comparativo de las velocidades durante el día para las avenidas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil . . . 61

4.13. Cuadro comparativo de las composiciones dinámicas de Chile, Argentina, Perú y Brasil 63

B.1. Cuadro de los resultados de promedio de velocidades en circuitos mixtos 84
B.2. Cuadro de los resultados de promedio de velocidades en autopistas . . . 85
B.3. Velocidad promedio autopistas vs circuitos mixtos 85
B.4. Velocidades promedio buses 12 metros, taxis, transporte escolar y camones livianos durante el día 86

Índice de Figuras

2.1. Patrones de Conducción de Santiago de Chile 2007 (Henríquez Salazar, 2008) 18

3.1. Imagen de las 3 comunas seleccionadas para las mediciones de dinámicas de conducción y composición dinámica de flota. 24
3.2. Recorridos de autopistas y circuito mixto en la comuna de Vitacura. . . 25
3.3. Recorridos de autopistas y circuito mixto en la comuna de Santiago Centro. 25
3.4. Recorridos de autopistas y circuito mixto en la comuna de Maipú. . . . 26
3.5. plantilla de llenado para la medición de dinámicas de conducción de los vehículos particulares 28
3.6. Puntos de Grabación de los videos utilizados para la determinción de la composición dinámica de flota 30
3.7. Hoja de cálculo donde se llenaron con los datos de los conteos vehiculares 33

4.1. Esquema de la campaña para la medición del nivel de actividad en la ciudad de Santiago de Chile. 34
4.2. Esquema de las categorías vehiculares utilizadas en la medición del nivel de actividad en la ciudad de Santiago de Chile. 35
4.3. recorridos realizados por los buses medianos y largos en la Ciudad de Santiago 36
4.4. Velocidad total obtenida por los Buses Articulados en la Ciudad de Santiago 37
4.5. Velocidad Promedio obtenida por los Buses en la Ciudad de Santiago . 37
4.6. recorrido realizado por los camiones livianos en la Ciudad de Santiago . 38
4.7. gráfica de las velocidades obtenidas cada segundo durante una hora de los camiones livianos en la Ciudad de Santiago 38
4.8. gráfica de las velocidades promedio obtenidas cada hora durante el día de los camiones livianos en la Ciudad de Santiago 39
4.9. recorrido realizado por los taxis en la Ciudad de Santiago 39
4.10. gráfica de las velocidades obtenidas cada segundo durante el día de los taxis en la Ciudad de Santiago 40

4.11. Gráfica de la velocidad Promedio obtenida por intervalo de hora de los taxis en la Ciudad de Santiago . . . 41
4.12. Recorrido realizado por los transportes escolares en la Ciudad de Santiago 42
4.13. Gráfica de las velocidades obtenidas cada segundo durante el día de los Transportes escolares en la Ciudad de Santiago . . . 43
4.14. Velocidad promedio por intervalo de hora de los transportes escolares en la ciudad de Santiago de Chile . . . 43
4.15. recorrido realizado por los vehículos particulares en las 3 zonas de la Ciudad de Santiago . . . 44
4.16. recorrido realizado por los vehículos particulares en las 3 zonas de la Ciudad de Santiago . . . 44
4.17. recorrido realizado por los vehículos particulares en las 3 zonas de la Ciudad de Santiago . . . 45
4.18. Comparativa de las velocidades instantáneas entre las autopistas de las tres comunas elegidas. . . . 46
4.19. Imagen de un punto crítico de uno de los retornos en la Autopista Central. 46
4.20. Gráfico de la velocidad promedio por hora en los circuitos mixtos y circuitos autopista. . . . 47
4.21. Gráfico de las partidas en frío obtenidas el 2007 (Henríquez Salazar, 2008) 48
4.22. Gráfico de la cantidad total de vehículo por categoría cada hora . . . 50
4.23. Gráfico de la cantidad total de vehículo por categoría cada hora . . . 51
4.24. Gráfico de la cantidad total de vehículo por hora para las autopistas en las tres zonas estudiadas . . . 52
4.25. Gráfico de la cantidad total de vehículo por hora para las autopistas en las tres zonas estudiadas . . . 52
4.26. Gráfico de la cantidad total de vehículo por hora para las autopistas en las tres zonas estudiadas . . . 53
4.27. Gráfico comparativo de las velocidades durante el día para las autopistas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil . . . 60
4.28. Gráfico comparativo de las velocidades durante el día para las avenidas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil . . . 62
4.29. Esquema de la generación del inventario de emisión utilizando la metodología IVE . . . 65
4.30. factores de los factores de emisión obtenidos a partir de los datos procesados. Parte 1 (Paiola, 2017) . . . 66
4.31. Imágen de los factores de los factores de emisión obtenidos a partir de los datos procesados. Parte 2 (Paiola, 2017) . . . 67

A.1. Ejemplo de una plantalla de conteo llenada con los datos necesarios. . . . 82
A.2. Ejemplo de los datos entregados por los dispositivos VAM . . . 83

C.1. Zona de grabación de autopista-Vitacura 87
C.2. Zona de grabación de autopista-Santiago Centro 88
C.3. Zona de grabación de autopista-Maipú 88
C.4. Zona de grabación de mixto-Vitacura 89
C.5. Zona de grabación de mixto-Santiago Centro 89
C.6. Zona de grabación de mixto-Maipú 90

D.1. Plantilla de conteo 1 92
D.2. Plantilla de conteo 2 93
D.3. Plantilla de conteo 3 94
D.4. Plantilla de conteo 4 95
D.5. Plantilla de conteo 5 96
D.6. Plantilla de conteo 6 97
D.7. Plantilla de conteo 7 98
D.8. Plantilla de conteo 8 99
D.9. Plantilla de conteo 9 100
D.10. Plantilla de conteo 10 101
D.11. Plantilla de conteo 11 102
D.12. Plantilla de conteo 12 103
D.13. Plantilla de conteo 13 104
D.14. Plantilla de conteo 14 105
D.15. Plantilla de conteo 15 106
D.16. Plantilla de conteo 16 107
D.17. Plantilla de conteo 17 108
D.18. Plantilla de conteo 18 109
D.19. Plantilla de conteo 19 110
D.20. Plantilla de conteo 20 111
D.21. Plantilla de conteo 21 112
D.22. Plantilla de conteo 22 113
D.23. Plantilla de conteo 23 114
D.24. Plantilla de conteo 24 115
D.25. Plantilla de conteo 25 116
D.26. Plantilla de conteo 26 117
D.27. Plantilla de conteo 27 118
D.28. Plantilla de conteo 28 119
D.29. Plantilla de conteo 29 120
D.30. Plantilla de conteo 30 121
D.31. Plantilla de conteo 31 122
D.32. Plantilla de conteo 32 123
D.33. Plantilla de conteo 33 124
D.34. Plantilla de conteo 34 125
D.35. Plantilla de conteo 35 126
D.36. Plantilla de conteo 36 127

D.37. Plantilla de conteo 37 . . . 128
D.38. Plantilla de conteo 38 . . . 129
D.39. Plantilla de conteo 39 . . . 130
D.40. Plantilla de conteo 40 . . . 131
D.41. Plantilla de conteo 41 . . . 132
D.42. Plantilla de conteo 42 . . . 133
D.43. Plantilla de conteo 43 . . . 134
D.44. Plantilla de conteo 44 . . . 135
D.45. Plantilla de conteo 45 . . . 136
D.46. Plantilla de conteo 46 . . . 137
D.47. Plantilla de conteo 47 . . . 138
D.48. Plantilla de conteo 48 . . . 139
D.49. Plantilla de conteo 49 . . . 140

E.1. Plantilla de conteo 50 . . . 142
E.2. Plantilla de conteo 51 . . . 143
E.3. Plantilla de conteo 52 . . . 144
E.4. Plantilla de conteo 53 . . . 145
E.5. Plantilla de conteo 54 . . . 146
E.6. Plantilla de conteo 55 . . . 147
E.7. Plantilla de conteo 56 . . . 148
E.8. Plantilla de conteo 57 . . . 149
E.9. Plantilla de conteo 58 . . . 150
E.10. Plantilla de conteo 59 . . . 151
E.11. Plantilla de conteo 60 . . . 152
E.12. Plantilla de conteo 61 . . . 153
E.13. Plantilla de conteo 62 . . . 154
E.14. Plantilla de conteo 63 . . . 155
E.15. Plantilla de conteo 64 . . . 156
E.16. Plantilla de conteo 65 . . . 157
E.17. Plantilla de conteo 66 . . . 158
E.18. Plantilla de conteo 67 . . . 159
E.19. Plantilla de conteo 68 . . . 160

1 | INTRODUCCION

La situación de la movilización en Santiago de Chile ha ido cambiando y complejizándose a través de los años. Es así como la Región Metropolitana de Santiago fue declarada Zona Saturada por Material Particulado Respirable, Partículas en Suspensión, Ozono, Monóxido de Carbono y Zona Latente por Dióxido de Nitrógeno, mediante D.S. Nº 131/1996 del 12 de junio de 1996 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Posteriormente, el año 1998, con el Decreto Supremo D.S. Nº16/1998, se oficializó el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que contiene las metas de calidad del aire y las medidas orientadas al control de las principales fuentes contaminantes identificadas en la región.

Este Plan fue reformulado en dos oportunidades mediante los D.S. Nº59/2003 y del D.S. Nº66/2009.

El 26 de enero de 2009, el Comité de Ministros aprobó la redacción del documento definitivo que actualiza el Proyecto de Revisión, Reformulación y Actualización del Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana llamado PPDA. Este Plan tenía como propósito complementar los instrumentos incluidos en la primera actualización, con el fin de cumplir con las metas de reducción de emisiones

planteadas para el año 2011.

En junio de 2009 la Secretaría General de la Presidencia envió a la Contraloría General de la República dicho proyecto para su toma de razón, el que fue publicado en el Diario Oficial el 16 de abril de 2010 a través del D.S. N°66/2009 (Medioambiente, 2013).

La Región Metropolitana se encuentra contaminada por material particulado fino (MP2,5), en el contexto de la entrada en vigencia desde el 01 de enero de 2012 de la norma primaria de calidad ambiental para este contaminante (Medioambiente, 2013).

De todo lo expuesto anteriormente se desprende la necesidad de mostrar de forma sencilla el comportamiento de los vehículos motorizados en el gran Santiago, de tal forma de poder dar cuenta del comportamiento de la contaminación y posteriormente desarrollar un inventario de emisiones.

Para determinar el nivel de actividad vehicular, en la presente memoria se utilizará el método “IVE” el cual considera 4 ámbitos de medición: patrones de conducción, partidas en frío, composición dinámica de flota y tecnología vehicular, donde se le dará un especial enfoque a los patrones de conducción y composición dinámica de flota.

Los objetivos planteados son

Objetivo principal:

- Determinar el nivel de actividad vehicular para la estimación de emisiones contaminantes en la ciudad de Santiago de Chile.

Objetivos secundarios:

- Determinar los patrones de conducción, encendido y apagado del motor.

- Determinar la composición de flota y características tecnológicas en vehículos livianos y pesados .

- Comparar los resultados con niveles de actividad de otras ciudades.

- Estimar los factores de emisión asociados a la actividad vehicular obtenida.

- Estado del Arte:

  En el estado del arte se introduce a la situación actual del mundo y de Chile con respecto a los niveles de contaminación, luego se indaga por lo que corresponde a un inventario de emisiones, los tipos de fuentes, tipos de emisores, tipos de contaminantes y se identifica las partes que conforman un nivel de actividad.

- Metodología:

  En el capítulo se describen los tipos de mediciones que se utilizarán para la obtención de cada ámbito que conforma el nivel de actividad, separando el método de recopilación de datos con el procesamiento de la información.

- Resultados:

  Se presentan los datos obtenidos de la campaña IVE 2015 determinando las velocidades por segundo para cada zona de estudio (patrones de conducción), los vehículos por hora que pasan en distintos puntos seleccionados (Composición dinámica de flota), se comparan dichos resultados con resultados obtenidos en otras ciudades y en distintos años y se estiman los factores de emisión.

- Conclusiones:

  Se concluye a partir de los resultados obtenidos, respondiendo así a los objetivos

planteados en la presente tesis, además se repasan las conclusiones principales obtenidas por capítulo y se entregan recomendaciones a futuro.

2 | ESTADO DEL ARTE

En el presente capitulo se expondrán en primera instancia las medidas realizadas a lo largo de los años para la mitigación de los contaminantes realizadas los últimos en Chile por sector: transporte público, vehículos livianos y pesados, motocicletas y mejoras realizadas en los combustibles.

En segunda instancia se definirá lo que es un inventario de emisiones, enfocándose en las fuentes móviles y lo que corresponde a la actividad vehicular, enmarcando sus 4 parte: composición dinámica de flota, tecnología vehicular, partidas en frío y patrones de conducción.

2.1. Medidas del PPDA por sector

El PPDA se basa en el impacto de cada sector sobre el medioambiente de las concentraciones de material particulado y gases de origen antropogénico Esto constituye tanto la emisión directa, como el aporte de la emisión de gases precursores a la atmósfera, vale decir que no es solo un factor el que influye sino varios tales como, el transporte, industria, elementos residenciales y otras fuentes.

2.1.1. Medidas en transporte y combustible

Transporte público

Principales medidas implementadas en el sector:

A contar del 1 de septiembre de 2012, los buses de Transantiago debían cumplir con la norma EURO IV, además de tener un filtro de partículas para el post tratamiento de las emisiones de material particulado del motor, o bien con la norma EURO V. Esto permitió que al 07 de julio del 2013, se incorporaran 443 buses Euro V.

Por tanto contar del 1 de septiembre de 2013, se debía cumplir con la norma de que los buses interurbanos que circularan por la Región Metropolitana deberían cumplir al menos con la norma EURO IV o EPA 2004.

Los buses Euro I y Euro II que participan de la operación del Transantiago, se retiraron mayoritariamente gracias a la creación del Plan de Renovación de buses. A septiembre del año 2013 se habían reemplazado el 100 % de los buses Euro I y casi en su totalidad los buses Euro II, por buses Euro III con filtro de post tratamiento y Euro V.

Como resultado de la renegociación de los contratos al 01 de julio del 2013, un 43,9 % de la flota operativa del Transantiago correspondía a buses Euro III+DPF, un 48,5 % a buses Euro III, un 7,5 % a buses Euro V y un 0,1 % a buses Euro II. (Subsecretaría de Energía, 2013).

Normas para vehículos livianos y pesados

Normas de emisión de vehículos livianos y medianos que han entrado en vigencia de acuerdo al PPDA:

Vehículos livianos a gasolina: norma EURO IV, desde el 16 de abril de 2011 y a contar del 1 de septiembre de 2014 debían cumplir con la norma EURO V.

Vehículos livianos y comerciales clase 1, 2 y 3 diesel: norma EURO V desde el 1 de septiembre de 2011.

Vehículos medianos a gasolina: norma EURO IV desde el 16 de abril de 2011 y a contar del 1 de septiembre de 2014 debían tener la norma EURO IV con filtro.

Vehículos medianos diesel: norma EURO V desde el 1 de septiembre de 2012.

A partir del 25 de enero de 2013, los vehículos livianos y medianos con convertidor catalítico debían cumplir con la Norma ASM, que regula el uso de los convertidores catalíticos, con el fin de controlar las emisiones de NOx, con la cual se esperaba reducir las emisiones de este tipo de vehículos y mejorar la fiscalización de los convertidores de reposición.***Resumen Ejecutivo Informe de Seguimiento de la Implementación del PPDA, 2012 y Avance 2013 5/116*** (Medioambiente, 2013).

Normas orientadas a vehículos pesados

La modificación de la Norma de Emisión de Vehículos Pesados (DS N°55/1994) estableció la entrada en vigencia de la norma Euro IV para camiones a partir del 16 de mayo

del 2012 y de la norma Euro V a partir del 1 de octubre de 2014. Cálculos preliminares indicaron reducciones de cerca del 70 % en MP_{10} y de 50 % en NO_x de acuerdo al inventario de emisiones.

El 17 de septiembre del 2013, se entregó el informe 2 del estudio de elaboración de diagnóstico e inventario de emisión para maquinaria fuera de ruta. El informe 3 se encontró listo a fines de noviembre de 2013, de tal manera de poder elaborar el anteproyecto de la norma de emisión para maquinaria fuera de ruta, el cual se entregó el primer semestre de 2014.

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, estimó recomendable considerar como Zona de Baja Emisión (ZBE) las vías ubicadas al interior de la circunvalación Américo Vespucio. Así, para cumplir e implementar adecuadamente la medida, se modificó el D.S. 18/2001 MTT, mediante el Decreto Exento N° 1211/2012. En ese sentido, el decreto aludido define la ZBE al área comprendida al interior de la circunvalación Américo Vespucio incorporando exigencias medio ambientales, complementando los requisitos de antigüedad aplicables al interior de dicha área. Respecto de sellos diferenciadores adicionales, operativamente han existido limitaciones para su implementación.

El Programa País de Eficiencia Energética implementó un programa para chatarrizar 500 camiones a nivel país. El Programa de chatarrización arrojó que el mayor impacto se observó para el MP, donde las reducciones respecto al camión antiguo observadas fueron en promedio 0,3 (gr/km) para el camión nuevo y 0,31(gr/km) para el camión nuevo capacitado, equivalentes a un 83 % y 87 % de reducción, respectivamente. Lamentablemente, este programa no siguió en funcionamiento el año 2012, debido al alto costo de implementación.

Normas para motocicletas

Se determinó que a partir del 16 de enero del 2011, estos vehículos debían cumplir con la Norma Euro III o EPA 2010, que obligaba el uso de convertidor catalítico en la Región Metropolitana, según la actualización del DS N°104/2000. Debido a esto, durante el año 2012, un 85 % de las motocicletas vendidas, se homologaron según la norma EPA 2010. Sin embargo, la norma EURO III fue más exigente que la EPA 2010, por lo que el anteproyecto de revisión del D.S. N°104/2000 de emisión aplicable a motocicletas, con fecha 04 de junio del 2013, considera la exigencia sólo de la norma europea para las cilindradas inferiores o iguales a 280 cc, dado que no existía una norma EPA de emisión equivalente a la EURO III, para este tipo de motocicletas. En el caso de las motocicletas con cilindrada superior a 280 cc se consideró mantener la norma EPA 2010 clase 3 y la norma EURO III, debido a que en este caso los niveles de exigencia y la tecnología que se aplicaba en los motores eran equivalentes para cumplir ambas regulaciones.

2.1.2. Mejoras realizadas en combustibles

La mejora en los combustibles para el transporte permitió la incorporación de tecnologías más limpias, el uso de los filtros de partículas y el mejoramiento de la eficiencia del convertidor catalítico. Se fijaron los siguientes estándares (***Resumen Ejecutivo Informe de Seguimiento de la Implementación del PPDA, 2012 y Avance 2013 6/116***):

- **Gasolina:** Desde el año 2010, el contenido de azufre bajó a 15 ppm en todo el país.

- **Diesel:** A partir del 1 de septiembre de 2011, el contenido de azufre es de 15 ppm en la Región Metropolitana. Por otro lado, en el resto del país el contenido de

azufre en el diesel es de 50 ppm, pero desde septiembre de 2013 es de 15 ppm a nivel país. Esto fue determinante para implementar las normas de entrada de camiones y de vehículos diesel.

además, se incorporaron mejoras en los combustibles de uso residencial e industrial como sigue:

- **Kerosene:**En julio de 2010, el contenido de azufre bajó de 500 a 350 ppm en la Región Metropolitana, y en abril de 2012, éste se redujo a 100 ppm (reducción del 80 % del azufre).

- **Petróleo Combustible N°5 y N°6:** Desde el 1 de septiembre de 2013 el contenido de azufre debió ser de 3 %, esto de acuerdo a la publicación en el Diario Oficial del D.S. N°60, comenzando a regir 60 días después de su publicación.

2.2. Inventario de emisiones

Un inventario de emisiones corresponde a una compilación de información relacionada con la fuente de uno a más problemas de calidad del aire en una zona de interés (Lents et al., 2009).

Estos documentos son un componente obligatorio para el desarrollo de un proceso de gestión de calidad del aire efectivo. Ellos generalmente se utilizan para apoyar el análisis del impacto que provocan las fuentes en la calidad del aire, para apoyar el análisis de patrones en programas de reducción de contaminación del aire, para apoyar el análisis de políticas y aspectos regulatorios para esfuerzos de gestión de la calidad del aire (Lents et al., 2009).

Los tipos de emisiones se clasifican en dos:

- Fuentes fijas
- Fuentes móviles

dado que la cantidad de emisiones varían en el tiempo, para mantener una buena gestión de la calidad del aire, se hace necesario mantener un inventario de emisiones actualizado.

2.2.1. Inventario de emisiones de fuentes fijas

Las fuentes fijas se pueden clasificar en fuentes puntuales y fuentes estacionarias de área.

Las fuentes puntuales se definen como aquellas fuentes de emisión no móviles, las que son lo suficientemente grandes como para ser registradas en forma individual en un inventario de emisiones. es importante señalar que no existe una definición clara para cuan grande o pequeña debe ser una fuente para ser clasificada como fuente puntual sino que se deja a criterio de la situación local, disponibilidad de información, requerimientos regulatorios y la severidad del problema de contaminación (Lents et al., 2009).

Las fuentes estacionarias de área corresponden a aquellas no móviles y que no son lo suficientemente grandes o son muy dispersas, para ser clasificadas como fuentes puntuales.

2.2.2. Inventario de emisiones de fuentes móviles

las fuentes móviles se clasifican en dos:

- **Fuentes móviles en ruta (FMR):** se incluye en esta categoría cualquier fuente que opere normalmente en carreteras públicas, tale como autos de pasajeros, camiones, buses, motocicletas y vehículos de tres ruedas. (Henríquez Salazar, 2008)

- **Fuentes móviles fuera de ruta (FMFR):** Incluye cualquier fuente que opere normalmente fuera de las carreteras públicas, como aviones, equipamientos de construcción, barcos y trenes.(Henríquez Salazar, 2008)

A su vez, las emisiones de las fuentes móviles en ruta se pueden clasificar en emisiones por tubo de escape, emisiones evaporativas y emisiones asociadas al desplazamiento de vehículos.

Emisiones por tubo de escape

La calidad de la combustión depende de la relación entre el aire y el combustible [RAC] en la cámara de combustión y además del tiempo de combustión. En un escenario ideal esto ocurre cuando se utiliza la cantidad de aire exacta para consumir la totalidad del combustible a un tiempo lo suficientemente largo para que ocurran todos los procesos, siendo los productos finales dióxido de carbono y vapor de agua. Pero, debido que en la realidad no se consigue una combustión ideal y completa, se liberan otros productos tales como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos sin quemar, óxidos de azufre y material particulado, los cuales de describen brevemente a

continuación:(Henríquez Salazar, 2008)

- **Monoxido de carbono**(CO)

  Las emisiones de monóxido de carbono son producidas por una combustión incompleta, dependiendo de la relación aire/combustible la cual a su vez es relativa a la relación estequiométrica, siendo mayores los flujos de CO a medida que la mezcla sea más rica.(Henríquez Salazar, 2008)

- **Compuestos Orgánicos Volátiles**(COV)

  Las emisiones de COV consisten en la presencia de combustible no quemado -o quemado parcialmente- en el aire, el cual, al igual que el CO, se presenta en mayor o menor proporción dependiendo de la relación estequiométrica, siendo directamente proporcional las emisiones de COV por tubo de escape, con las cantidad de combustible no quemado por falta de aire. (Henríquez Salazar, 2008)

- **Óxidos Nitrogenados**(NO_x)

  Las emisiones de NO_x por tubo de escape se producen por una reacción ocurrida durante la combustión, donde el nitrógeno atmosférico es atrapado y no, por una combustión incompleta. De este modo, la formación de NO_x depende proporcionalmente de la cantidad de oxígeno en la mezcla aire/combustible y de las altas temperaturas presentes durante la combustión. (Henríquez Salazar, 2008)

- **Material Particulado**(MP)

  El MP corresponde a una mezcla de partículas que varían en su tamaño y composición dependiendo del su fuente de emisión. En el caso de las emisiones por tubo de escape, se componen generalmete de sulfuros, agua y cenizas.(Henríquez Salazar, 2008)

2.3. Actividad vehicular y emisiones en fuentes móviles en ruta

Ahora bien, determinar las emisiones de fuentes móviles no es tarea fácil. Para ello se necesita tomar en consideración varios parámetros diferentes tales como las condiciones ambientales de la zona (temperaturas, humedad y altitud), la tecnología vehicular de la zona a determinar, la calidad de combustible, el tipo de vehículo que se mueve en la ciudad y en que proporción y el comportamiento de los conductores.

La manera de estimar las emisiones E para fuentes móviles en ruta propuesta por la Comisión Nacional del Medio Ambiente es:

$$E_i = \Sigma_k \Sigma_t NA_k * FE_{ikt} \tag{2.1}$$

Donde: E_i :Emisiones [gr] del contaminante considerado i.
NA_k :Nivel de actividad de la categoría vehicular k [km-vehículo].
FE_{ikt} : Factor de emisión del contaminante i para la categoría k evaluada, para el tipo de descarga de emisiones t [gr/km-vehículo].
k : Categoría vehícular "k".
t : tipo de descarga de emisiones "t".
(Serrano, 2009) A la ecuación 2.1 se le puede agregar un factor de corrección "FC"para dejar la ecuación de forma generalizada:

$$E_i = \Sigma_k \Sigma_t NA_k * FE_{ikt} * FC \tag{2.2}$$

En la ecuación 2.2 se puede apreciar la importancia de determinar del nivel de actividad y por tanto es en este punto en que se basará la presente tesis.

El nivel de actividad se puede estimar directamente a partir de los datos de flota, es decir, modelos de transporte y conteos vehiculares.

También se puede estimar de forma más agregada con la ayuda de otros parámetros alternativos, tales como las estadísticas de consumo de combustible regionales, caracterización detallada del parque y/o encuestas directas a usuarios.(Henríquez Salazar, 2008)

2.3.1. Composición dinámica de flujo y tecnología vehicular

Cada ciudad tiene sus características únicas tales como la composición de flota, sus influencias de las características tecnológicas, Estas características tienen una importancia fundamental en el nivel de actividad y de en las emisiones de las ciudades.

Composición dinámica de la flota

La composición dinámica de la flota hace referencia a la distribución de la flota sobre la red vial, ya que ésta no es uniforme, sino que depende de la hora “hora punta”, día, semana o del año y de las necesidades de transporte que tienen las personas como ir a trabajar, estudiar, comprar o vacaciones y la necesidad de negocios.

Por lo que caracterizar el flujo vehicular no es tarea fácil ya que debe satisfacer diferentes y complejas necesidades del sistema de actividad de una ciudad.

Distribución tecnológica

La tecnología de los vehículos juega un factor importante en el comportamiento de las emisiones . Estas diferencias son, por ejemplo, el tipo de motor, el tamaño del motor, combustible utilizado, sistema de alimentación, sistema de reducción de emisores, antigüedad del vehículo, nivel de mantención, etc. asimismo la edad del vehículo juega un papel importante en el comportamiento de emisiones debido que a mayor edad el vehículo tendrá mayores emisiones ya que no tendrán las innovaciones en cuanto al control de emisiones que poseerá un vehículo nuevo.

La mantención del vehículo juega otro rol importante. Un estudio realizado por la EPA (Enviromental Protection Agency, U.S.) a 46 vehículos de pasajeros en uso, demostró la influencia que tiene la mantención de los vehículos en las emisiones evaporativas y del tubo de escape, siendo mucho mayores en aquellos vehículos que se encontraban con un alto grado de desatención de mantención.(Henríquez Salazar, 2008)

2.3.2. Dinámica de conducción

La cantidad y el tipo de de conducción además del las partidas realizadas por los vehículos corresponden a un factor importante en la estimación de las emisiones.(Davis et al., 2005)

Distribución de partidas en frío del motor

Los vehículos contaminan más cuando se encienden por primera vez en frío en comparación a cuando son encendidos una vez que el motor ya se ha calentado. A menor

temperatura de motor al ser encendido, mayores serán las emisiones. (Issrc, 2008) Además, estas emisiones pueden llegar a constituir entre un 30 a 50 % de las emisiones totales en ciertas zonas (Davis et al., 2005). Por ésto, se hace necesario entender cuan seguido los vehículos son encendidos y cuanto tiempo está el vehículo apagado. (Issrc, 2008)

Patrones de conducción

"El modo de conducción se refiere básicamente a una secuencia de coordenadas espaciales, velocidades y aceleraciones producidas por el desplazamiento de un vehículo sobre el espacio en un intervalo temporal". (Araya Csaszar, 2008) Éstos son fenómenos complejo que varían según varios factores. como por ejemplo el tipo de calle por el que se circula, el tipo de conducción (pasiva o agresiva) y el horario del día. (Araya Csaszar, 2008)

2.3.3. Resultados de actividad vehicular anteriores

A continuación se exponen los resultados obtenidos por Pilar Henriquez "Estudio Comparativo de la Actividad Vehicular y Modelación de Emisiones Para Santiago y Buenos Aires".

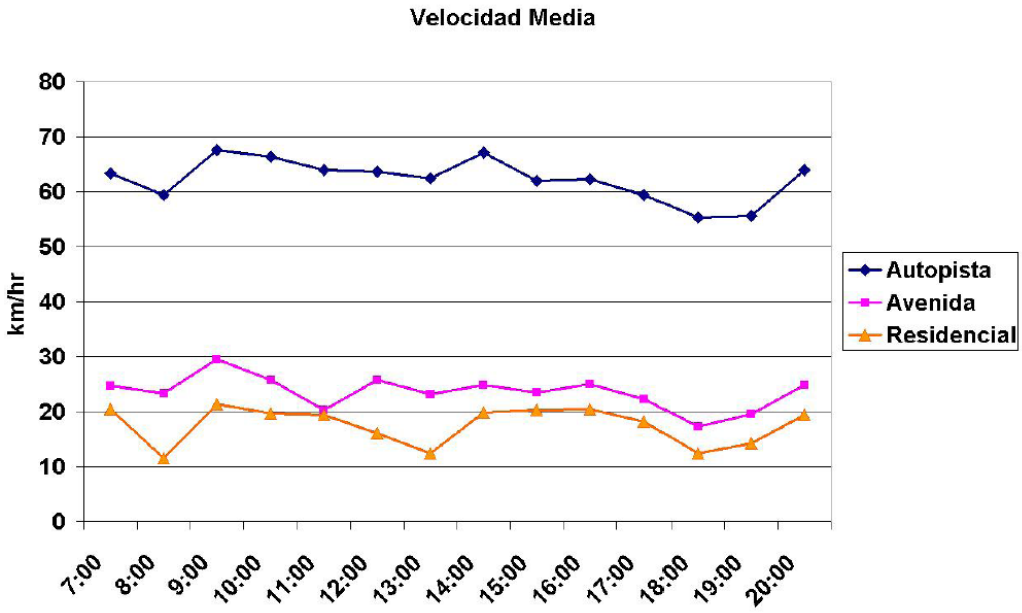


Figura 2.1: Patrones de Conducción de Santiago de Chile 2007 (Henríquez Salazar, 2008)

Por lo tanto, debido a la alta contaminación existente, el estado ha tenido que crear medidas de mitigación, las cuales deben ser monitoreadas, por ésto se hace necesario la utilización de inventarios de emisiones, que en el caso de de las fuentes móviles, se obtienen a través de la estimación del nivel de actividad, determinando sus 4 parte: Composición dinámica de flota, tecnología vehicular, distribución de partidas en frío y patrones de conducción.

Tabla 2.1: Composición dinámica de flota de Santiago de Chile 2007 (Henríquez Salazar, 2008)

zona	Horario [hr]	Vehículo de Pasajeros	Vehículo Comercial	Taxi	Camión Liviano	Camión Mediano	Camión Pesado	Bus Pequeño	Bus Mediano	Bus Grande	Moto	Promedio Veh/ hora
Vitacura	7-14	54,1 %	33,8 %	5,5 %	2,2 %	0,7 %	0,1 %	0,0 %	0,8 %	0,4 %	2,2 %	1788
	14-21	57,4 %	33,0 %	5,4 %	1,6 %	0,3 %	0,1 %	0,1 %	0,6 %	0,1 %	1,5 %	1620
Comercial	7-14	45,6 %	27,6 %	14,8 %	4,4 %	1,8 %	1,1 %	0,1 %	1,8 %	0,4 %	2,8 %	2320
	14-21	48,0 %	27,4 %	12,7 %	5,2 %	1,2 %	0,7 %	0,1 %	2,1 %	0,5 %	2,2 %	2156
Maipú	7-14	42,7 %	26,9 %	11,5 %	5,1 %	4,0 %	2,5 %	1,3 %	5,2 %	0,1 %	0,7 %	1055
	14-21	45,6 %	24,7 %	10,4 %	5,6 %	2,9 %	2,4 %	1,4 %	5,8 %	0,3 %	1,1 %	972
Promedio	7-14	47,9 %	29,4 %	10,9 %	3,8 %	1,9 %	1,0 %	0,3 %	2,2 %	0,4 %	2,1 %	1720
Total	14-21	50,7 %	28,8 %	9,8 %	4,0 %	1,2 %	0,8 %	0,3 %	2,3 %	0,3 %	1,7 %	1586
Promedio General		49,3 %	29,1 %	10,4 %	3,9 %	1,6 %	0,9 %	0,3 %	2,2 %	0,3 %	1,9 %	1653

3 | METODOLOGIA

Considerando la información presentada anteriormente y con el objetivo de obtener los datos necesarios para estimar el nivel de emisiones actual del gran Santiago, se realizó un estudio de campo orientado a conocer el nivel de actividad vehicular de la ciudad, utilizándose la metodología IVE ("International Vehicle Emission"), de procesamiento de información tipo "bottom up".

Como se explicó anteriormente, la metodología IVE se compone de 4 parámetros diferentes:

a) Dinámica de conducción

b) Partidas en frío

c) Composición dinámica de flota

d) Tecnología Vehicular

éstos parámetros se determinan de maneras diferentes, como sigue:

3.1. Dinámicas de conducción

En esta sección se describe la forma en que se recaudaron los datos, tratamiento realizado los datos y el análisis de éstos.

3.1.1. Recaudación de información

Para la obtención de las dinámicas de conducción se utilizó la herramienta "VAM" ésta consta de un GPS especialmente diseñado para realizar ésta medición, Es de bajo consumo energético, posee un antena extensible al exterior del vehículo resistente al agua, puede conectar con hasta 12 satélites y posee una tasa de actualización de 1[s].

Ya que las distintas categorías se comportan de distintas formas de la labor que desempeñan, éstas se deben medir de formas diferentes, por lo que se separaron en tres grupos:

- **Camión Ligero, Taxi, Trasporte Escolar**, donde se contó con 2 camiones ligeros, 2 taxis y dos buses escolares y 2 VAM.

- **Bus**, se contó con 1 persona para realizar los recorridos y 1 VAM.

- **Vehículo Particular**, se contó con 4 personas para realizar los recorridos, 2 pilotos y 2 copilotos; y 2 VAM.

Camión ligero, taxi, transporte escolar

Debido a al labor que desempeñan éstas categorías, las que no tienen un recorrido constante, sinó que se mueven dependiendo de los pedidos diarios, se les otorgó libertad de movimiento, es decir, a las 7 am se le instaló el dispositivo 'VAM", dejando que realicen las labores durante 24 hrs. al otro día se recogen los dispositivos y se descargan los datos obtenidos. Los archivos recogidos de pueden ver en la tabla 3.1

Tabla 3.1: Archivos obtenidos de las mediciones de dinamicas de conducción para camiones ligeros, taxis y transporte escolar

Tipo de Transporte	Nombre archivo	Tamaño de Archivo	Número de Datos
	104_16oct_te1.txt	54,5 Mb	256610
Transporte Escolar	122_2&oct_3_te.txt	11,2 Mb	129319
	122_31oct_135341_te.txt	21.8 Mb	128768
Taxi	vam_0104_20151026_222123.txt	42,5 Mb	218038
	vam_0113_20151026_222353.txt	42,2 Mb	242477
Camión Ligero			

Buses

Los buses del transporte publico deben seguir un circuito constante dependiendo de la numeración del bus. Con el fin de recorrer la mayor cantidad de caminos posibles, se utilizó el método denominada "Bus Rider"donde una persona debe colocarse un dispositivo "VAM"dentro de la mochila, subir a un bus y recorrer el circuito completo. Una vez que el recorrido finalice, se debe decender del bus y subir a otro con un recorrido distinto. Por cada recorrido realizado, se debe tomar la hora de inicio y hora de término de éste, además del tipo de bus estudiado. Esto debe repetirse durante 14 horas para cada tipo de bus existente en Santiago de Chile (12 metros, 15 metros y mixtos). Por esto se separaron las mediciones en 6 tandas, las cuales se pueden ver en la tabla (tabla 3.2).

Tabla 3.2: Tabla de los horarios y tipo de bus tomado por día

	Día 1	**Día 2**	**Día 3**
7:00 – 8:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
8:00 – 9:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
9:00 – 10:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
10:00 – 11:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
11:00 – 12:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
12:00 – 13:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
13:00 – 14:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
	Día 4	**Día 5**	**Día 6**
14:00 – 15:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
15:00 – 16:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
16:00 – 17:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
17:00 – 18:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
18:00 – 19:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
19:00 – 20:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)
20:00 – 20:00	Bus 12 metros	Bus 15 metros	Mixto (12 + 15 Metros)

finalizada la sesión se debe descargar el archivo generado por el dispositivo VAM y archivarse con el mismo código de la bitácora.

Vehículos particulares

En el caso de los vehículos particulares la metodología IVE contempla 3 zonas distintas, representativas de la composición de la flota y la forma de conducción de la ciudad. Se requiere seleccionar una zona de alto ingreso, una zona de bajo ingreso y una zona

comercial.

Como se puede ver en la figura 3.1 las tres comunas seleccionadas en para las mediciones fueron:

a) Vitacura como zona de alto ingreso

b) Santiago Centro como zona comercial

c) Maipú como zona de bajo ingreso

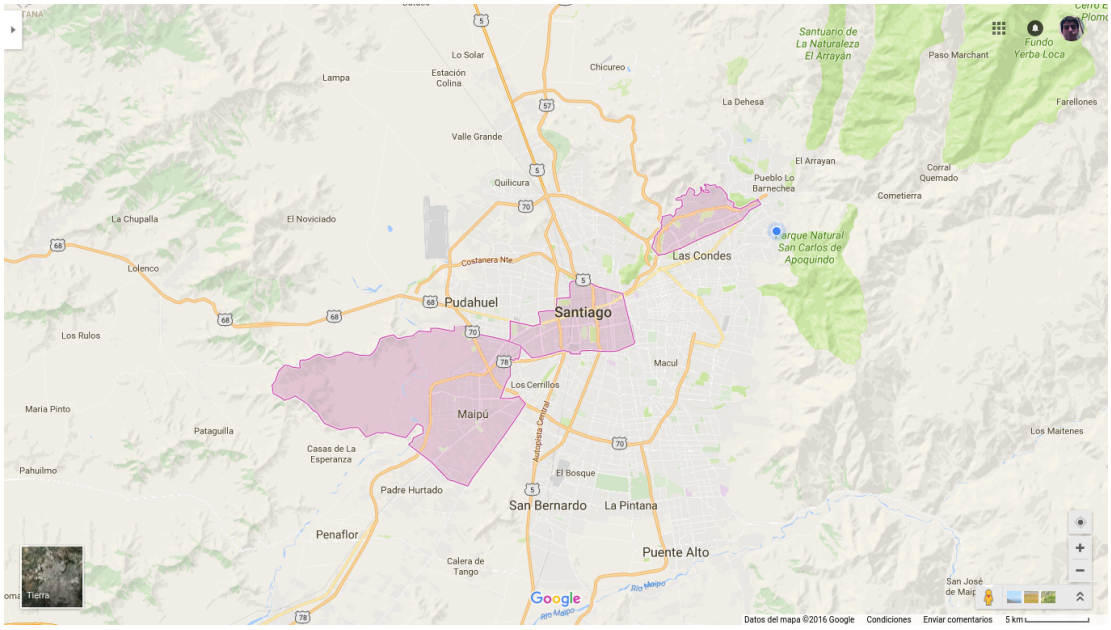


Figura 3.1: Imagen de las 3 comunas seleccionadas para las mediciones de dinámicas de conducción y composición dinámica de flota.

La metodología IVE contempla la selección de tres tipos de calle para cada zona: una autopista, una avenida y una calle residencial, pero debido a los costos en el arriendo de los autos, se utilizaron solo dos tipos de calle: Autopista y circuito mixto (avenida + residencial).

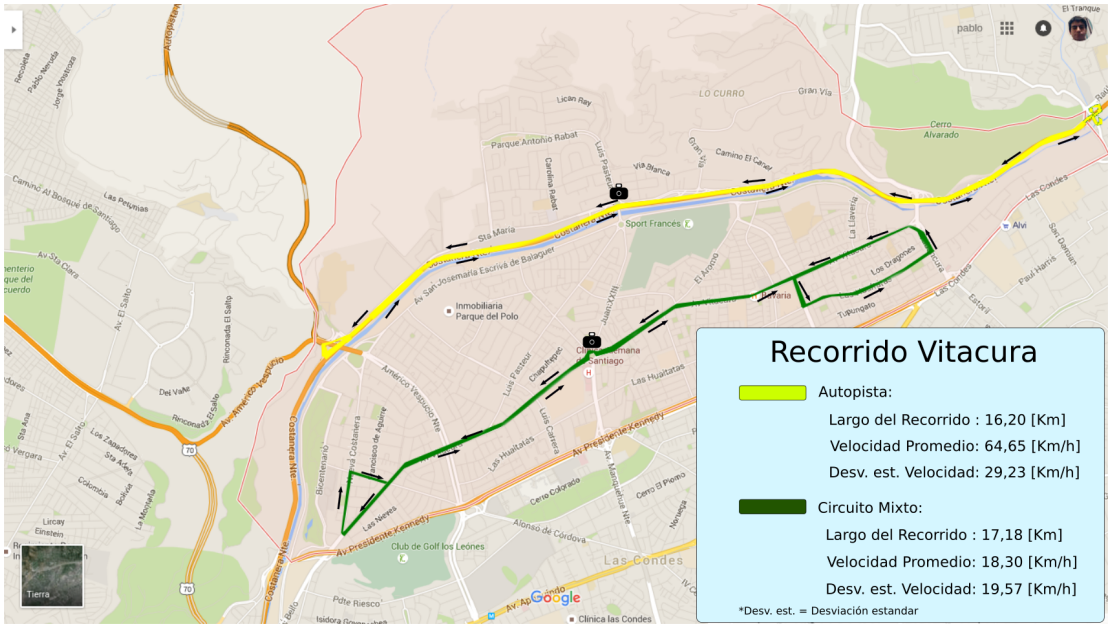


Figura 3.2: Recorridos de autopistas y circuito mixto en la comuna de Vitacura.



Figura 3.3: Recorridos de autopistas y circuito mixto en la comuna de Santiago Centro.

Las calles seleccionadas se pueden apreciar en las figuras 3.2, 3.3 y 3.4 donde la figura 3.2 representa los recorridos a realizar en Vitacura donde de color amarillo se encuentra la autopista con un largo del recorrido de 16,20 [km] y verde el circuito mixto

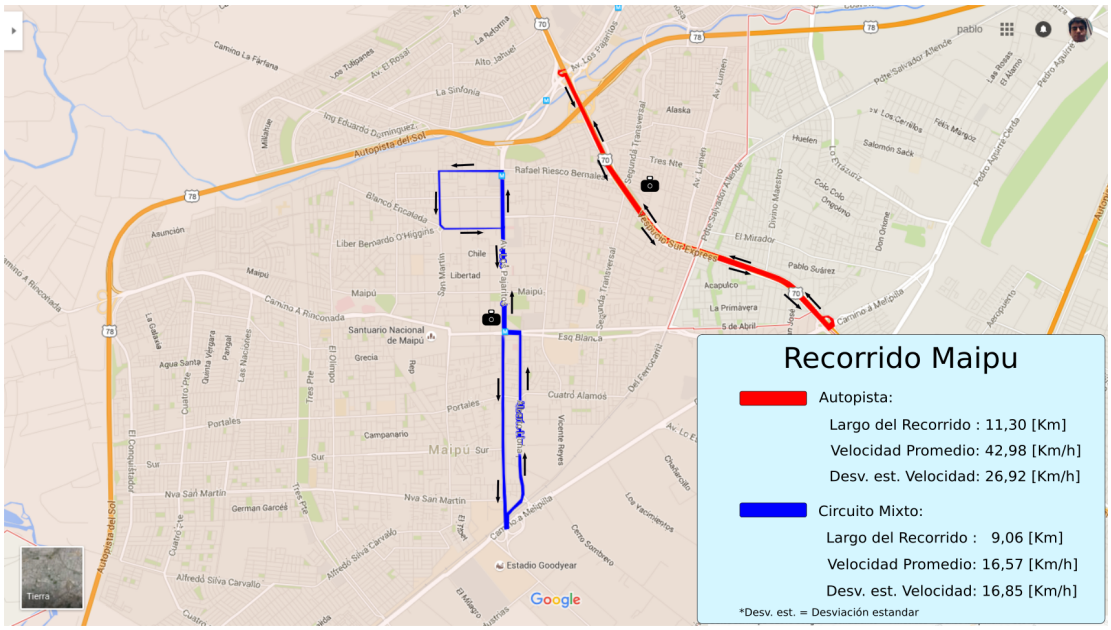


Figura 3.4: Recorridos de autopistas y circuito mixto en la comuna de Maipú.

con un largo de 17,18 [km], la figura 3.3 representa los recorridos a realizar en Santiago Centro donde de color naranja se encuentra la autopista con un largo del recorrido de 11,34 [km] y gris el circuito mixto con un largo de 11 [km] y la figura 3.4 representa los recorridos a realizar en Maipú donde de color rojo se encuentra la autopista con un largo del recorrido de 11,30 [Km] y azul el circuito mixto con un largo del recorrido de 9,06 [Km].

Se debieron completar 14 horas de medición por recorrido, 7 horas por días y se contó con 2 vehículos particulares, por lo que las mediciones se completaron en 6 días. En la tabla 3.3 se puede apreciar los recorridos realizados por ambos automóviles durante los días de grabación. En dicha tabla se puede apreciar que el vehículo 1 partió el día 1 a las 7:00 [hrs] en la autopista de Vitacura. mientras que el vehículo 2 partió en Vitacura circuito mixto. este recorrido se midió durante 45 minutos, luego se dieron 15 minutos para hacer un intercambio de calles, quedando el vehículo 1 en circuito mixto de Vitacura y el vehículo 2 en Autopista de Vitacura. Este proceso se repitió durante todas las mediciones de forma de completar todos los días con dos conductores distintos

por calle. Para llevar un control de estos movimientos, se llenó una plantilla como la

Tabla 3.3: Tabla de los recorridos realizados por hora para cada vehículo durante los 6 días de medición

Vehiculo 1				**Vehiculo 2**			
Hora	**15-oct**	**16-oct**	**19-oct**	**Hora**	**15-oct**	**16-oct**	**19-oct**
7:00 – 8:00	A-1	B-1	C-1	7:00 – 8:00	A-2	B-2	C-2
8:00 – 9:00	A-2	B-2	C-2	8:00 – 9:00	A-1	B-1	C-1
9:00 – 10:00	A-1	B-1	C-1	9:00 – 10:00	A-2	B-2	C-2
10:00 – 11:00	A-2	B-2	C-2	10:00 – 11:00	A-1	B-1	C-1
11:00 – 12:00	A-1	B-1	C-1	11:00 – 12:00	A-2	B-2	C-2
12:00 – 13:00	A-2	B-2	C-2	12:00 – 13:00	A-1	B-1	C-1
13:00 – 14:00	A-1	B-1	C-1	13:00 – 14:00	**A-2**	**B-2**	**C-2**
	09-oct	**13-oct**	**14-oct**		**09-oct**	**13-oct**	**14-oct**
14:00 – 15:00	A-2	B-2	C-2	14:00 – 15:00	**A-1**	**B-1**	**C-1**
15:00 – 16:00	A-1	B-1	C-1	15:00 – 16:00	**A-2**	**B-2**	**C-2**
16:00 – 17:00	A-2	B-2	C-2	16:00 – 17:00	**A-1**	**B-1**	**C-1**
17:00 – 18:00	A-1	B-1	C-1	17:00 – 18:00	**A-2**	B-2	C-2
18:00 – 19:00	A-2	B-2	C-2	18:00 – 19:00	A-1	B-1	C-1
19:00 – 20:00	A-1	B-1	C-1	19:00 – 20:00	A-2	B-2	C-2
20:00 – 21:00	A-2	B-2	C-2	20:00 – 21:00	A-1	B-1	C-1
1: Autopista Urbana				A: alto Ingreso			
2: Avenida y Residencial				B: Sector Comercial			
				C: Bajo Ingreso			

que aparece en la figura 3.5 donde se escribían los datos básicos: día de la grabación, Numero del vehículo (1 o 2), nombre del conductor, nombre del navegante y número de la unidad VAM (ejemplo de los datos entregados por los dispositivos VAM se puede apreciar en la figura A.2). luego se iba anotando la ruta en la que se estaba según las siglas que aparece en la tabla 3.3, hora de inicio y fin de la medición. Ademas de las observaciones en caso de existir.

Vehiculo Privado Bitácora Diaria

Fecha	
Numero Vehículo	
Nombre Conductor	
Nombre Navegante	
Número VAM	**192.168.10.**

Ruta	Hora Inicial	Hora Final	Observaciones

Figura 3.5: Plantilla de llenado para la medición de dinámicas de conducción de los vehículos particulares

La información de partidas en frío se obtuvo por medio de encuestas “On-Off”, los datos los datos utilizados pertenecieron al último Inventario de emisiones realizado en Santiago de Chile con metodología IVE (Henríquez Salazar, 2008). Donde se dispusieron dispositivos “VOCE” capaces de registrar la fecha y hora del encendido y/o apagado del motor.

3.1.2. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos brutos los realizó Nino António Bravo en su memoria "Modelación de Emisiones de Fuentes Móviles en Ruta Para la Ciudad de Santiago"(Paiola, 2017). donde filtró los datos, para cumplir con la metodología, determinó la velocidad media por hora y los bins de potencia de cada categoría vehicular. Los datos procesados, y utilizando Libreoffice calc, se realizaron los gráficos expuestos en ésta memoria.

3.2. Composición dinámica de flota

En esta sección se describe la metodología utilizada para la determinación de la composición dinámica de flota y procesamiento de ésta.

3.2.1. Recaudación de la información

Para las mediciones se contó con 2 videocámaras y dos personas a cargo de las grabaciones. Las grabaciones se realizaron en partes representativas del flujo vehicular para cada zona de estudio (alto ingreso, zona comercial y bajo ingreso). Por lo tanto los criterios de selección de los puntos de grabación fueron:

1. Cada punto de grabación debió ubicar en una localización que estuviese dentro de un recorrido realizado en la medición de Dinámicas de Conducción para los vehículos Particulares. Una posición de grabación por recorrido.

2. Los puntos de grabación debieron posicionarse en un lugar seguro, accesos seguros

a los puntos, suficiente espacio para el transito peatonal y suficiente visibilidad de la calle.

3. Los puntos de grabación no deben, en lo posible, estar cerca de entradas o salidas de automóviles.

Las zonas de grabación se pueden apreciar en la figura 3.6 (dos puntos por cada comuna, una autopista y una avenida), las imágenes de las zonas de grabación se pueden apreciar en el anexo C.

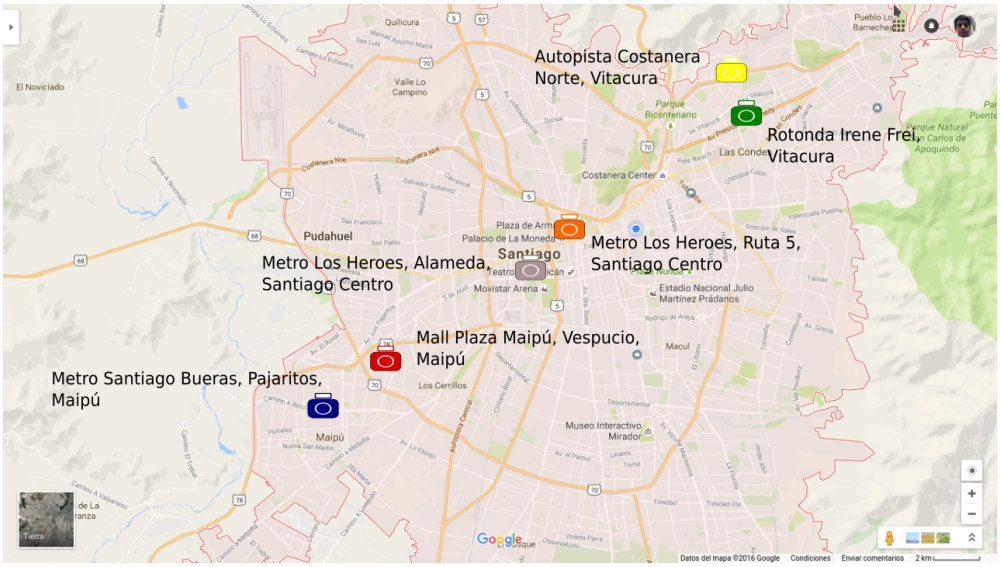


Figura 3.6: Puntos de Grabación de los videos utilizados para la determinción de la composición dinámica de flota

En cuanto al método de grabación, cada video tuvo una duración de 15 minutos con 45 minutos de espera para la próxima hora de grabación, esto repitiendose durante 14 horas, obteniendo así 14 videos por zona, lo que equivale a 84 videos en total.

Como se puede apreciar en la tabla 3.4, se partió grabando el día 1 en la comuna de Vitacura, donde la persona 1 grabó la autopista y la persona 2 grabó el punto del circuito

Tabla 3.4: Grabaciones realizadas por día para cada cada persona

Hora	**Día 4**		**Día 5**		**Día 6**	
	Persona 1	**Persona 2**	**Persona 1**	**Persona 2**	**Persona 1**	**Persona 2**
7:00 – 8:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
8:00 – 9:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
9:00 – 10:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
10:00 – 11:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
11:00 – 12:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
12:00 – 13:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
13.00 – 14:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
	Día 1		**Día 2**		**Día 3**	
	Persona 1	**Persona 2**	**Persona 1**	**Persona 2**	**Persona 1**	**Persona 2**
14:00 – 15:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
15:00 – 16:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
16:00 – 17:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
17:00 – 18:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
18:00 – 19:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
19:00 – 20:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
20:00 – 21:00	A-1	A-2	B-2	B-1	C-2	C-1
	1: Autopista			A: Alto Ingreso		
	2: Circuito Mixto			B: Zona Comercial		
				C: Bajo Ingreso		

mixto, el día 2, se grabó en la comuna de Santiago Centro, donde la persona 1 grabó el circuito mixto y la persona 2 grabó la autopista; y el día 3 se grabó en la comuna de Maipú, donde la persona 1 grabó la autopista y la persona 2 grabó el circuito mixto. además se puede apreciar que se grabaron 7 videos por día donde los días 1, 2 y 3 se grabaron en la tarde y los días 4, 5 y 6 se grabaron en la mañana. La asignación de la persona al punto de grabación se realizó al azar, pero una vez asignado dicho punto, esto no se podía cambiar con tal de evitar variaciones en la toma de datos.

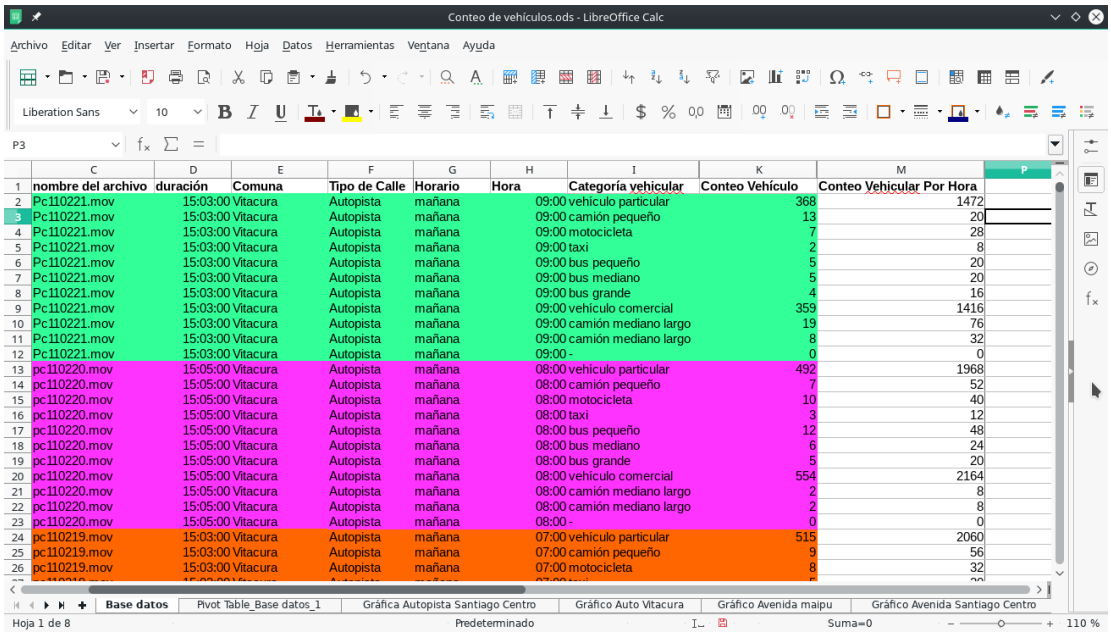
Una vez grabados los videos se prosiguió a realizar el procesamiento de la información.

Para el caso de la tecnología vehicular, se utilizaron los datos estadísticos señalados en la memoria de Nino Antonio Bravo “Modelación de Emisiones de Fuentes Móviles en Ruta Para la Ciudad de Santiago”, los cuales provinieron de la memoria del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

3.2.2. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información en primera instancia se contaron 11 categorías vehiculares: Vehículos particulares, vehículos comerciales, taxis, bus pequeño, bus mediano, bus largo, camión pequeño, camión mediano, camión largo, motocicleta y transporte escolar. Para facilitar el conteo se utilizó una aplicación simple de conteo llamada “SimpleCounter” que existe para Iphone.

Se contaron la totalidad de 82 videos, anotándose los resultados en LibreOffice Calc separando las categorías, como se puede ver en la figura 3.7 (ejemplo de pantilla llena se puede apreciar en la figura A.1.



	C	D	E	F	G	H	I	K	M	P
1	nombre del archivo	duración	Comuna	Tipo de Calle	Horario	Hora	Categoría vehicular	Conteo Vehículo	Conteo Vehicular Por Hora	
2	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	vehículo particular	368	1472	
3	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	camión pequeño	13	20	
4	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	motocicleta	7	28	
5	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	taxi	2	8	
6	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	bus pequeño	5	20	
7	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	bus mediano	5	20	
8	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	bus grande	4	16	
9	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	vehículo comercial	359	1416	
10	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	camión mediano largo	19	76	
11	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	camión mediano largo	8	32	
12	Pc110221.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	09:00	-	0	0	
13	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	vehículo particular	492	1968	
14	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	camión pequeño	7	52	
15	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	motocicleta	10	40	
16	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	taxi	3	12	
17	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	bus pequeño	12	48	
18	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	bus mediano	6	24	
19	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	bus grande	5	20	
20	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	vehículo comercial	554	2164	
21	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	camión mediano largo	2	8	
22	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	camión mediano largo	2	8	
23	pc110220.mov	15:05:00	Vitacura	Autopista	mañana	08:00	-	0	0	
24	pc110219.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	07:00	vehículo particular	515	2060	
25	pc110219.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	07:00	camión pequeño	9	56	
26	pc110219.mov	15:03:00	Vitacura	Autopista	mañana	07:00	motocicleta	8	32	

Figura 3.7: Hoja de cálculo donde se llenaron con los datos de los conteos vehiculares

Para la generación de los gráficos, se utilizó LibreOffice Calc, usando las tablas dinámicas. Los resultados serán expuestos en la sección de resultados.

Como se puede observar, al analizar la metodología empleada en la obtención de las dinámicas de conducción para los vehículos particulares, se hace fundamental una buena elección de las zonas de estudio y los recorridos a realizar ya que deben ser representativos de la ciudad y de sus comunas. Además Si se analiza la metodología empleada en la obtención de la composición dinámica de flota se puede destacar la gran importancia que tiene una buena selección del los puntos de grabación ya que estos determinaran el flujo característico de la zona de estudio, por lo que se deben tomar en cuenta las indicaciones expuestas en el punto 4.3.1. Con respecto al procesamiento de la información es necesario llevar un control claro del conteo vehicular para las categorías escogidas.

4 | RESULTADOS OBTENIDOS

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos de la campaña de actividad vehicular en la ciudad de santiago basada en la metodología IVE. La forma en la que se organizan, se puede ver en la figura 4.1



Figura 4.1: Esquema de la campaña para la medición del nivel de actividad en la ciudad de Santiago de Chile.

4.1. Dinámicas de conducción

En esta sección se presentan los resultados para los patrones de conducción, las cuales corresponden a datos obtenidos mediante el uso de los dispositivos VAM para el monitoreo de velocidades y posición en distintas categorías obtenidas.

4.1.1. Patrones de conducción

Se exponen los datos obtenidos de las mediciones de patrones de conducción realizados para las 8 categorías diferentes: bus mediano, bus largo, camión liviano, taxi, transporte escolar y vehículo particular (ver figura 4.2), poniendo especial énfasis en este último.

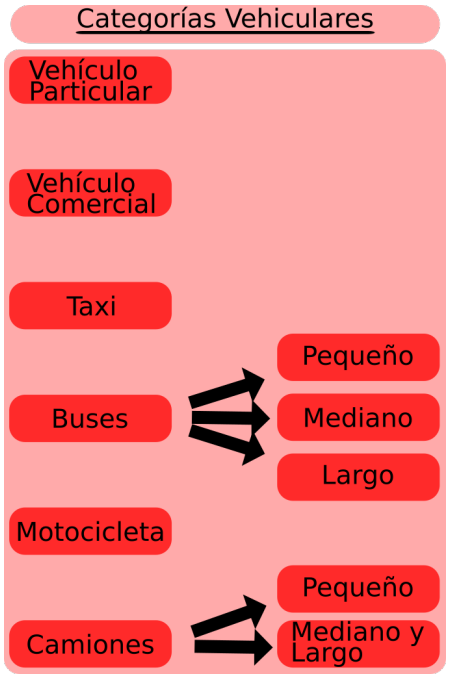


Figura 4.2: Esquema de las categorías vehiculares utilizadas en la medición del nivel de actividad en la ciudad de Santiago de Chile.

Bus mediano y largo

Los recorridos obtenidos se pueden ver en la figura 4.3, donde el recurrido blanco corresponden a los buses medianos y los recorridos morados corresponden a los buses largos.

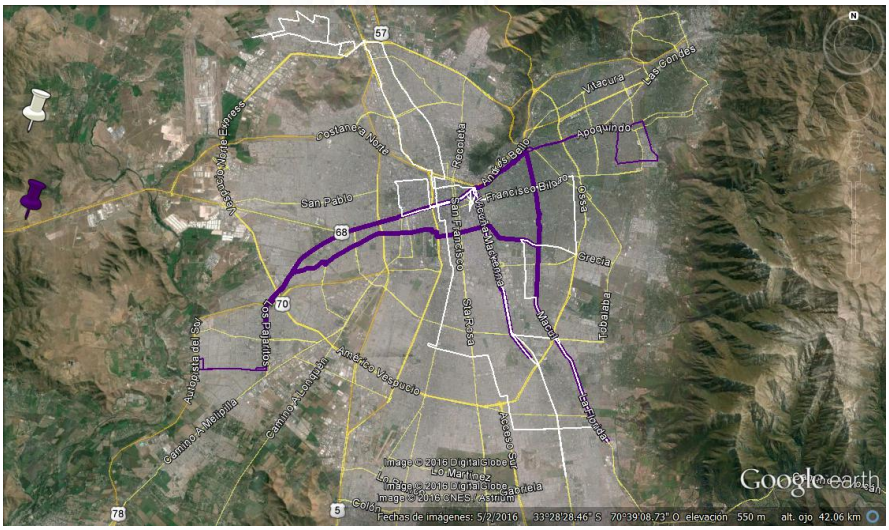


Figura 4.3: Recorridos realizados por los buses medianos y largos en la Ciudad de Santiago

Se puede observar que los recorridos de realizaron en dirección norte-sur y en dirección este-oeste. Además, se cubrió un mayor superficie del Gran Santiago con los buses medianos que con los buses largos.

En la figura 4.4 se pueden observar las velocidades obtenidas durante la mañana de los buses articulados, donde se pueden ver 5 intervalos, esto debido a que una vez terminado el recorrido de cierto bus, se debía esperar a la llegada de otro articulado para continuar las mediciones, además se obtuvo una velocidad máxima de 84 [km/h].

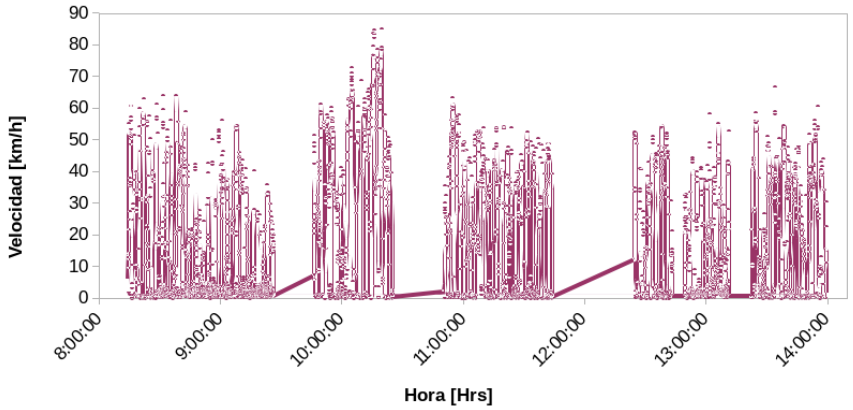


Figura 4.4: Velocidad total obtenida por los Buses Articulados en la Ciudad de Santiago

Para mejorar la visualización de los datos se graficó el promedio de velocidades por intervalo de hora, obteniendo la figura 4.5, donde se aprecian 3 puntos de menor velocidad: entre 8:00 - 9:00 hrs, entre 12:00 - 13:00 hrs y entre 18:00 - 19:00 hrs. estos podrían corresponder a horas de máxima congestión.

El punto más bajo fue de 12:00 - 13:00 [hrs] presentando una velocidad promedio de 11,98 Km/h, que al contrastar con la figura 4.4 se puede apreciar una mayor separación entre los intervalos de medición, lo que pudo generar un menor número de muestras.

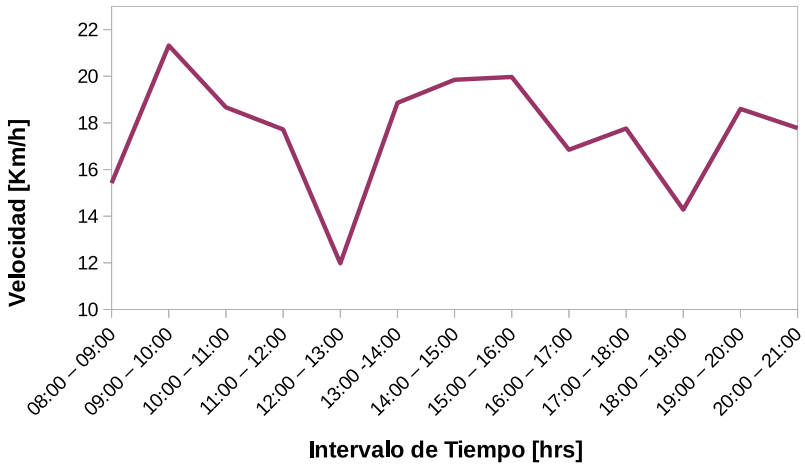


Figura 4.5: Velocidad Promedio obtenida por los Buses en la Ciudad de Santiago

Camión liviano

En la figura 4.6 se puede observar el recorrido realizado por los camiones livianos, Se puede ver que los recorridos se realizaron en la zona oriente de Santiago.

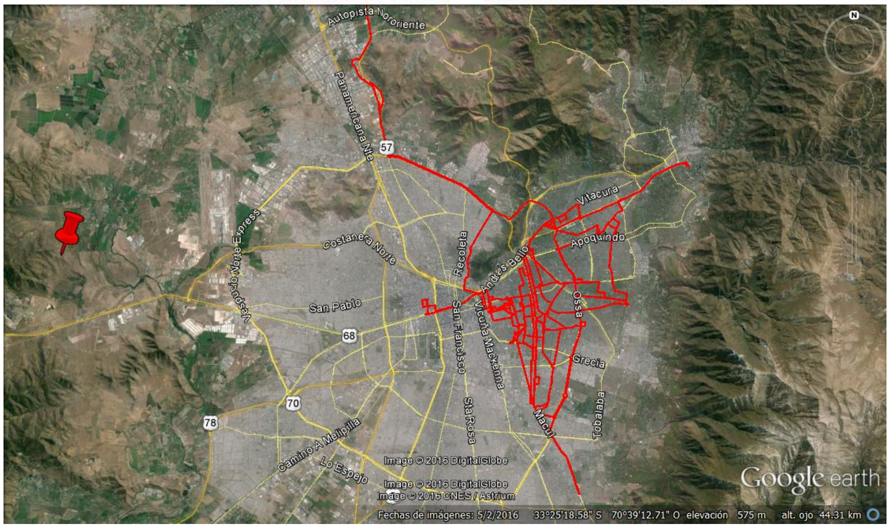


Figura 4.6: Recorrido realizado por los camiones livianos en la Ciudad de Santiago

Tabulando las velocidades obtenidas y graficandolas, se obtiene la figura 4.7 el cual representa una hora de viaje del camión, para poder visualizar de mejor manera todas has horas de viaje, se saca un promedio por hora, obteniéndose el gráfico de la figura 4.8.

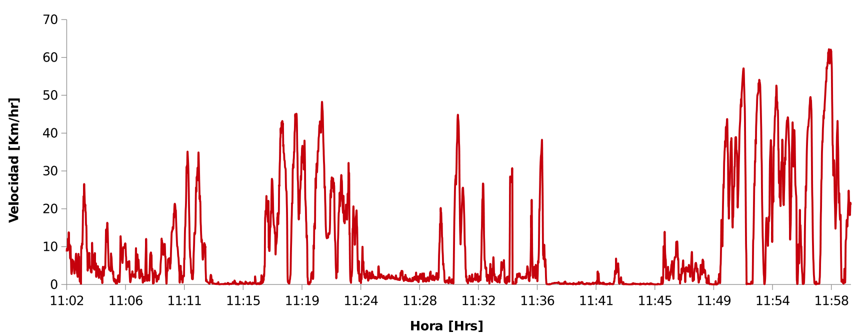


Figura 4.7: Gráfica de las velocidades obtenidas cada segundo durante una hora de los camiones livianos en la Ciudad de Santiago

En ésta se ve que existe una máxima velocidad de 24,14 km/h entre las 14:00 y 15 hrs y una mínima velocidad entre las 12:00 y 13:00 hrs.

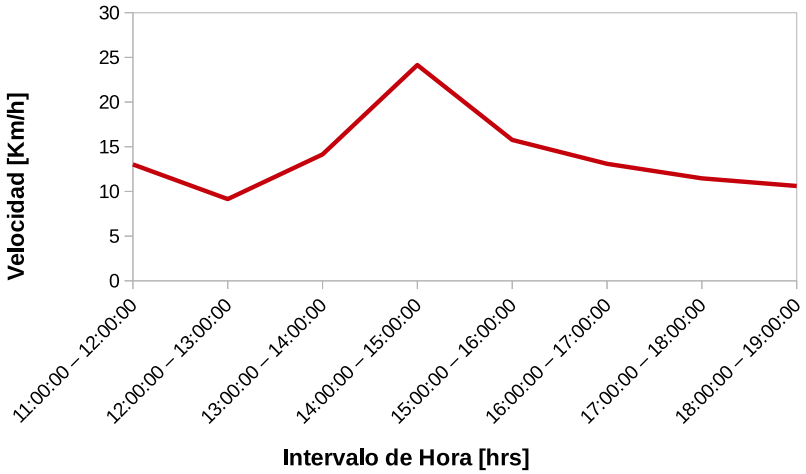


Figura 4.8: Gráfica de las velocidades promedio obtenidas cada hora durante el día de los camiones livianos en la Ciudad de Santiago

Taxi

Los recorridos realizados por los taxis se pueden observar en la figura 4.9, Se puede ver que el recorrido realizado por el taxi fue prácticamente el mismo para los dos días donde se tomaron las pruebas.

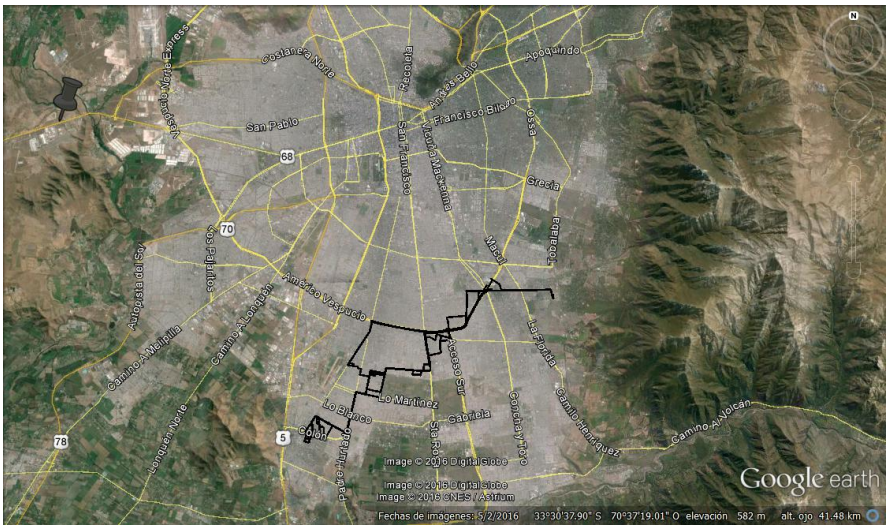


Figura 4.9: Recorrido realizado por los taxis en la Ciudad de Santiago

En la figura 4.10 se aprecia la velocidad a cada segundo que se obtuvo durante el día para los taxis, donde se observan ciclos marcados de conducción, con 5 detenciones de aproximadamente 1 hora de duración y una conducción continua de 5 ciclos con una duración de en promedio 1 hora y 45 minutos.

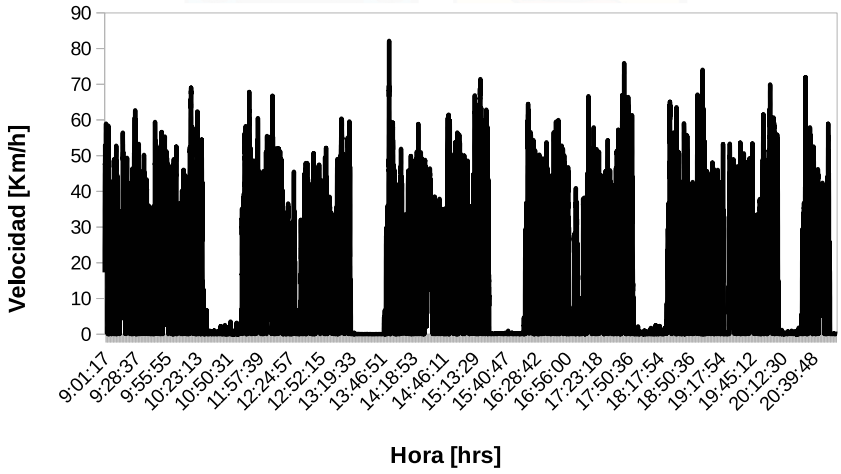


Figura 4.10: Gráfica de las velocidades obtenidas cada segundo durante el día de los taxis en la Ciudad de Santiago

Para facilitar la visualización, se promedian las velocidades en cada intervalo de hora, obteniendo así el gráfico de la figura 4.11 en la cual se observan 4 puntos mínimos:

- De 08:00 a 09:00 hrs
- De 12:00 a 13:00 hrs
- De 16:00 a 17:00 hrs
- De 19:00 a 20:00 hrs

Obteniéndose que los puntos más lentos se encuentran en intervalos similares a la de los

buses, lo que podría significar que son horas de mayor tráfico (ida al trabajo, hora de almuerzo, salida del trabajo).

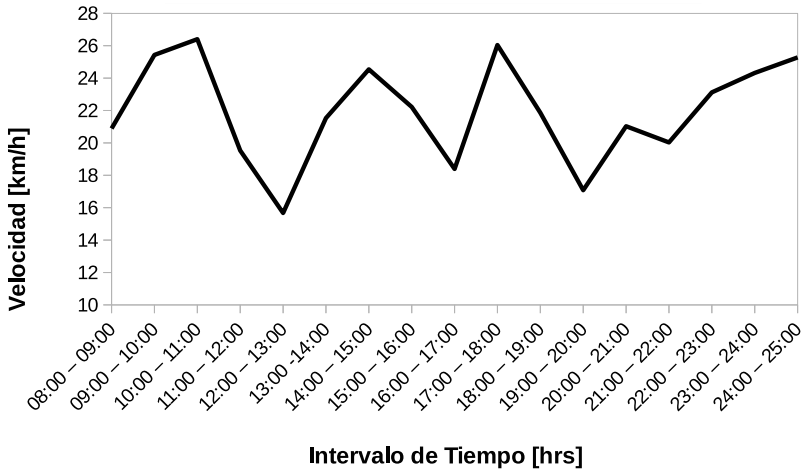


Figura 4.11: Gráfica de la velocidad Promedio obtenida por intervalo de hora de los taxis en la Ciudad de Santiago

Transporte escolar

La metodología utilizada para el transporte escolar fue la misma que la de de los camiones livianos y taxis.
Los recorridos realizados se pueden ver en la figura 4.12

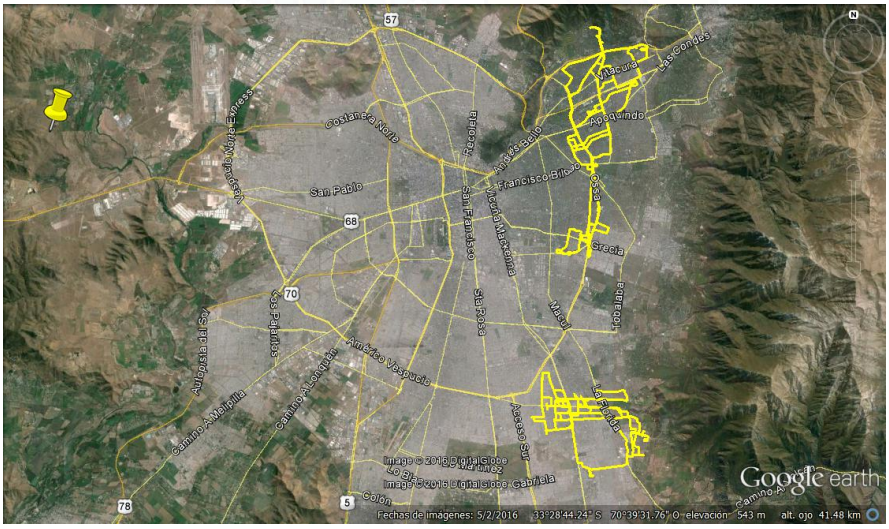


Figura 4.12: Recorrido realizado por los transportes escolares en la Ciudad de Santiago

Al graficar las velocidades en obtenidas en cada punto del GPS, se obtiene el gráfico de la figura 4.13. En ésta se observan dos ciclos de movimiento, entre la 6:45 y las 8:30 hrs y entre las 11:30 y 12,48 hrs. el intervalo entre 6:45 y 8:30 corresponde a horarios de entrada de los colegios en Santiago de Chile.

En la figura 4.14 se observa la velocidad promedio del transporte escolar durante el día. Se ve que el intervalo de entre 10:00 y 11:00 es el punto más lento, y esto comparando con el gráfico de la figura 4.13 se ve que fue el intervalo donde se llevaba más tiempo detenido (de 8:30 a 11:30). En la tabla B.4 se pueden apreciar las velocidades promedio de buses, taxis, transorte escolar y camiones livianos.

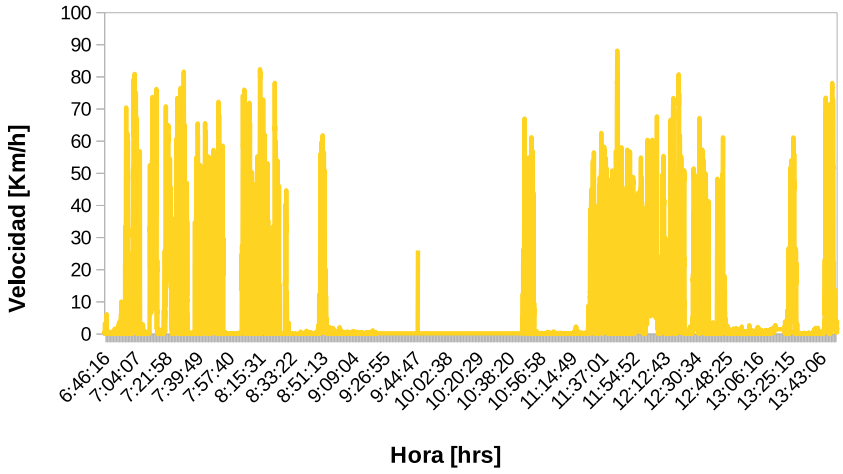


Figura 4.13: Gráfica de las velocidades obtenidas cada segundo durante el día de los Transportes escolares en la Ciudad de Santiago

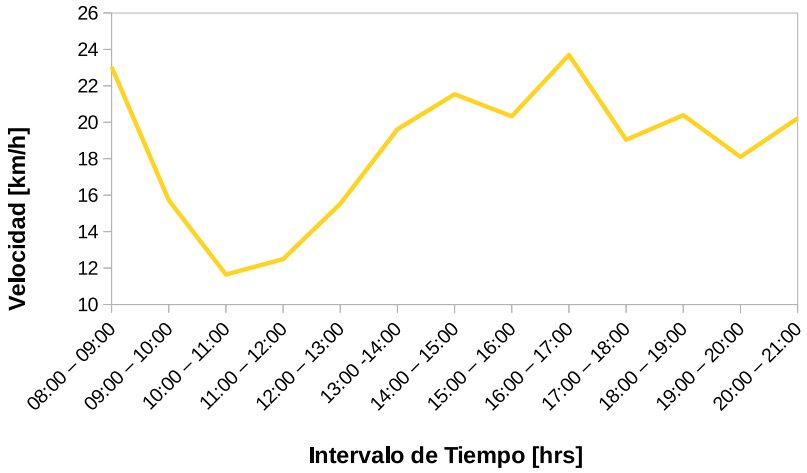


Figura 4.14: Velocidad promedio por intervalo de hora de los transportes escolares en la ciudad de Santiago de Chile

Vehículo particular

En la figura 4.15 se puede observar los recorridos realizados por los vehículos particulares en las autopistas de las 3 zonas estudiadas. En la figura 4.16 se pueden observar los recorridos mixtos realizados en las zonas de estudio (las tablas con velocidades se pueden apreciar en las tablas B.2 y B.1).

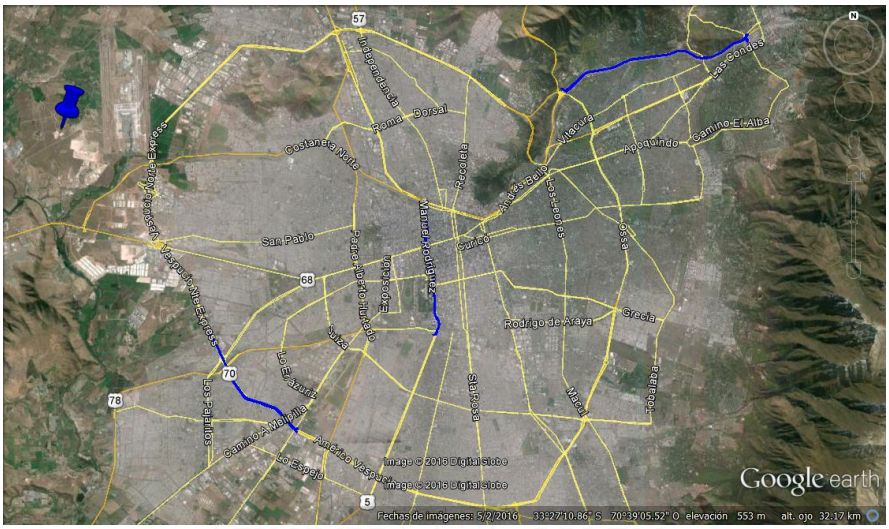


Figura 4.15: recorrido realizado por los vehículos particulares en las 3 zonas de la Ciudad de Santiago



Figura 4.16: Recorrido realizado por los vehículos particulares en las 3 zonas de la Ciudad de Santiago

Como se observa en las figuras 4.15 y 4.16 los recorridos realizados son los propuestos en el capítulo de metodología de la presente tesis. Al comparar las velocidades promedio por hora obtenidas en las autopistas para las 3 zonas estudiadas (ver figura 4.17), se puede observar que a pesar de que las velocidades máximas permitidas son las mismas en las 3 autopistas, las velocidades promedio resultan muy distintas, así, en Vitacura se registran las mayores velocidades obteniendo un promedio de 64,96 [Km/hr], existiendo

dos puntos mínimos, entre las 8:00 y 9:00 y entre las 16:00 y 17:00. En Maipú se registró una velocidad promedio de 50,15 [Km/hr] donde las velocidades más bajas se registraron entre las 8:00 y 9:00 y entre las 18:00 y 19:00. Santiago Centro fue la zona donde se obtuvieron las velocidades más lentas, con una velocidad promedio de 25,91 [Km/hr].

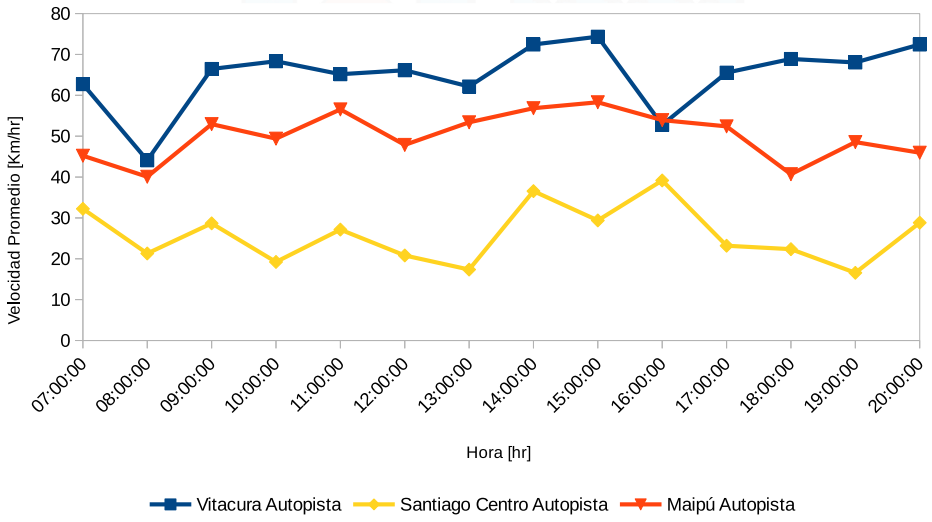


Figura 4.17: Recorrido realizado por los vehículos particulares en las 3 zonas de la Ciudad de Santiago

Para analizar más en detalle la razón del porque las velocidades promedio por hora en la autopista de Santiago Centro son mucho menores que en las otras dos autopistas, se escogió una hora de trayecto en "hora pick" (8:00 [hrs]). El resultado de esta comparación se puede observar en la figura 4.18. Se puede ver que las mediciones partieron en distintos minutos. En Vitacura se iniciaron las mediciones a las 8:04 [hrs], en Maipú se iniciaron a las 8:01 [hrs] y en Santiago Centro se iniciaron a las 8:10 [hrs].

Al analizar el modo de conducción, se puede ver un flujo mucho más homegéneo en Vitacura, con claros puntos de baja velocidad en los puntos de retorno para los cambios de dirección, entradas y salidas, y altas velocidades en las zonas de conducción continua. En Santiago Centro, se puede ver una mayor intermitencia. además de que los tiempos que se toman en los cambios de dirección son mayores, Esto se podría deber a que los retornos de la autopista en Santiago Centro coinciden con una entrada a la

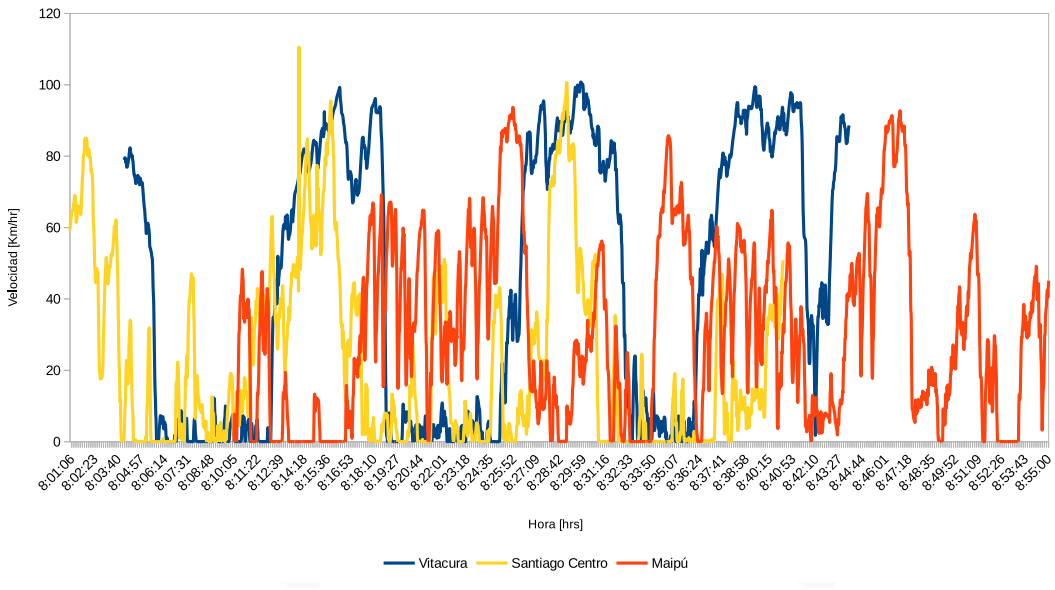


Figura 4.18: Comparativa de las velocidades instantáneas entre las autopistas de las tres comunas elegidas.

misma, produciendo embotellamiento en ese punto (ver figura 4.19). por lo que se podría concluir que las entradas, salidas y retornos de las autopistas son focos de congestión.



Figura 4.19: Imagen de un punto crítico de uno de los retornos en la Autopista Central.

Por otro lado, si se comparan las velocidades promedio por hora entre el circuito autopista y el circuito mixto (ver figura 4.20), se puede observar que las velocidades en las autopista tienden a ser más altas que las velocidades en los circuitos mixtos. Esto

podría deberse a que la velocidad límite en los circuitos mixtos es menor a la velocidad límite en las autopistas además de la existencia de semáforos en los circuitos mixtos (para más detalle observar tabla B.3).

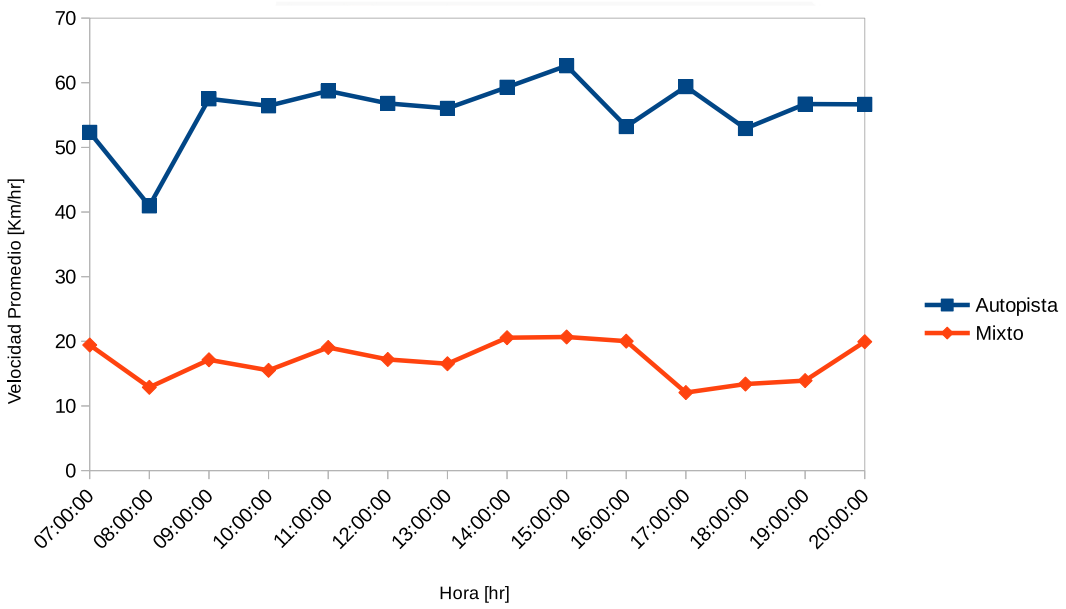


Figura 4.20: Gráfico de la velocidad promedio por hora en los circuitos mixtos y circuitos autopista.

4.1.2. Partidas en frío

En la figura 4.21 se presentan los resultados obtenidos por Pilar Henriquez en su memoria "Estudio comparativo de actividad vehicular y modelación de emisiones para Santiago y Buenos Aires", donde el tamaño de la columna representa la cantidad de veces que se encendió el motor a cada hora y en colores el tiempo entre encendido del motor.

Se observa que la mayor tasa de encendidos del motor durante el día ocurrieron entre las 8:00 y 9:00 hrs y las 16:00-17:00 hrs, estos puntos corresponderían a horas de inicio de actividades laborales o de estudio. Al observar la cantidad de horas entre encendido, se ve que el mayor lapso ocurre entre 6-7 y 8-9, coincidiendo además con el horario punta

de la mañana los cuales son los eventos de encendido más contaminantes. A medida que transcurre el día, los tiempos entre encendido van disminuyendo, además los eventos de encendido se minimizan en gran medida entre las 10:00 hrs y 5:00 hrs del día siguiente.

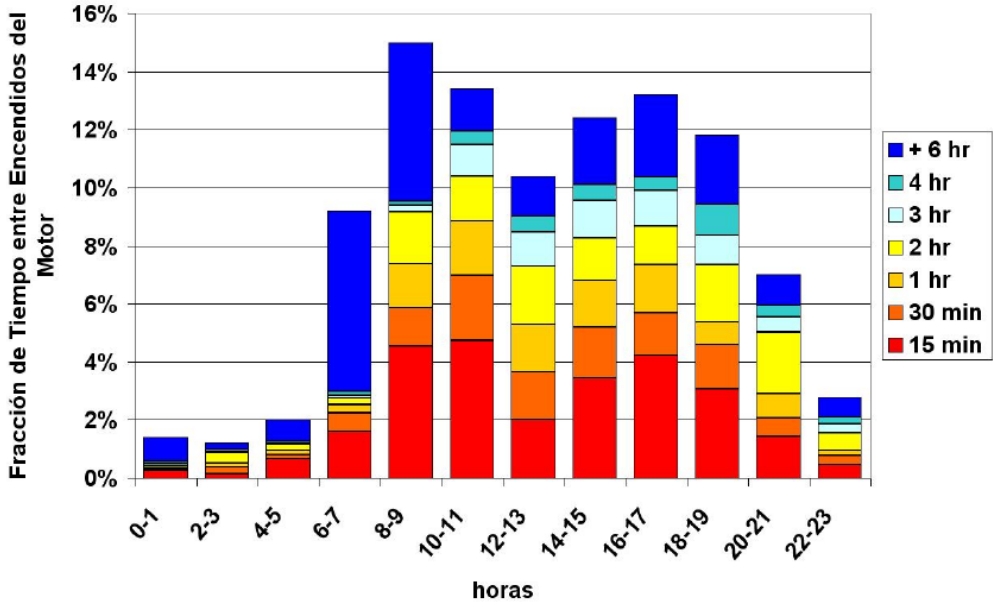


Figura 4.21: Gráfico de las partidas en frío obtenidas el 2007 (Henríquez Salazar, 2008)

4.2. Composición dinámica de flota y tecnología vehicular

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la composición dinámica de flota. La que corresponde a los datos obtenidos después de la filmación del flujo vehicular y posterior conteo.

4.2.1. Composición dinámica de flota

Se grabó un total de 82 videos los que equivalen a un total de 1230 minutos de grabación. A partir de estos videos se contó el número de vehículos que pasaba según las categorías de la figura 4.2.

El Resumen de los resultados se puede ver en la tabla 4.1 (la totalidad de las pantillas de conteo se puede apreciar en los apendices D y E), donde se puede apreciar que el mayor porcentaje de vehículos se encuentra en en la zona comercial y el menor en las zona de alto ingreso.

Tabla 4.1: Tabla resumen del conteo de flujo dinámico en la ciudad de Santiago de Chile

Categoría vehicular	Maipú		Santiago Centro		Vitacura		**Total Vehículos**	
bus grande	600	1 %	1.020	1 %	256	1 %	**1.876**	**1 %**
bus mediano	1.372	2 %	1.948	2 %	528	1 %	**3.848**	**2 %**
bus pequeño	868	1 %	996	1 %	360	1 %	**2.224**	**1 %**
camión mediano largo	10.436	16 %	8.520	9 %	1.828	4 %	**20.784**	**10 %**
camión pequeño	5.232	8 %	6.468	7 %	1.172	3 %	**12.872**	**6 %**
motocicleta	1.208	2 %	2.492	3 %	748	2 %	**4.448**	**2 %**
taxi	3.412	5 %	12.228	13 %	1.652	4 %	**17.292**	**8 %**
vehículo comercial	19.844	30 %	28.868	30 %	17.860	43 %	**66.572**	**32 %**
vehículo particular	24.152	36 %	34.568	36 %	16.972	41 %	**75.692**	**37 %**
Total Por Comúna	**67.124**	**100 %**	**97.108**	**100 %**	**41.376**	100 %	**205.608**	**100 %**

En la figura 4.22 se puede apreciar que las categorías dominantes son los Vehículos Particulares, Vehículos Comerciales y Camiones. También se pueden apreciar 2 flujos máximos, entre las 7 y las 8 hrs y entre las 18 y 19 hrs.

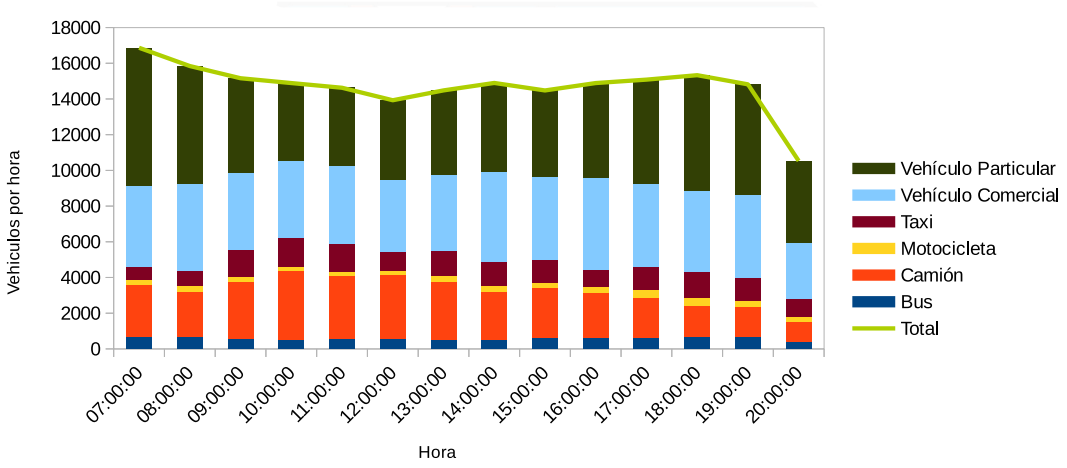


Figura 4.22: Gráfico de la cantidad total de vehículo por categoría cada hora

En la figura 4.23 se puede ver que existe una clara diferencia entre el flujo vehicular en avenidas, versus el flujo vehicular en autopistas, siendo en estos ultimos mayor, también en la autopista se puede ver de forma más clara las variaciones en los flujos vehiculares por horas del día.

Al estudiar los flujos de autopistas por zonas, se puede apreciar que existen 3 curvas (ver figura 4.24, en el caso de maipú. Se aprecia una sección descendente entre las 7 y las 10 hrs, luego un pequeño ascenso entre las 11 y las 14 hrs y finalmente un ascenso pronunciado entre las 14 hrs y las 19 hrs. llegando a su máximo a las 19 hrs. Estos peaks se podrían deber a que a esas horas hay una mayor cantidad de viajes en Santiago de Chile (entrada y salida del trabajo, salida de los colegios, hora de almuerzo, etc.).

Para el caso de Santiago Centro, se puede apreciar una curva con menores variaciones dentro del día. Esto podría deberse a que Santiago Centro es una comuna donde convergen muchas otras comuna además de ser una zona comercial.

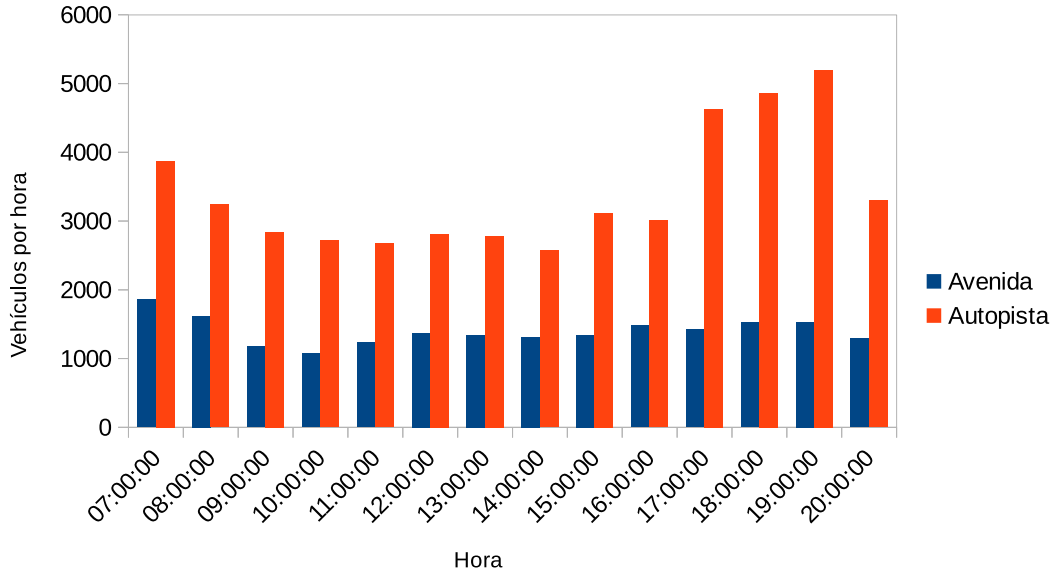


Figura 4.23: Gráfico de la cantidad total de vehículo por categoría cada hora

En el caso de Vitacura, se puede apreciar un máximo a las 8 hrs para así ir disminuyendo el flujo hasta las 13 hrs donde se aprecia un ligero crecimiento para después seguir disminuyendo. Los videos fueron tomados un una dirección con el fin de poder distinguir las tendencias en los flujos por hora, debido a esto, se puede apreciar una tendencia de mayor flujo a cierta hora del día para Maipú y Vitacura, en la mañana para Vitacura y en la tarde para Maipú.

En la Tabla 4.1 se puede apreciar que los camiones corresponden al 16,37 % de los vehículos. Esto incluye camones ligeros, camiones medianos y pesados. Si se analizan los camiones por tipo de calle (ver figura 4.25) se puede ver que el mayor flujo ocurre en las autopistas equivalentes al 61,75 % de los cuales se encuentra una mayor proporción de camiones medianos y pesados que camiones ligeros. En contraste, para el caso de los recorridos mixtos, hay una mayor proporción de camiones ligeros (58,25 %) que de camiones medianos y pesados (41,75 %).

Al analizar los taxis (ver figura 4.26), se puede ver que el mayor numero de taxis se

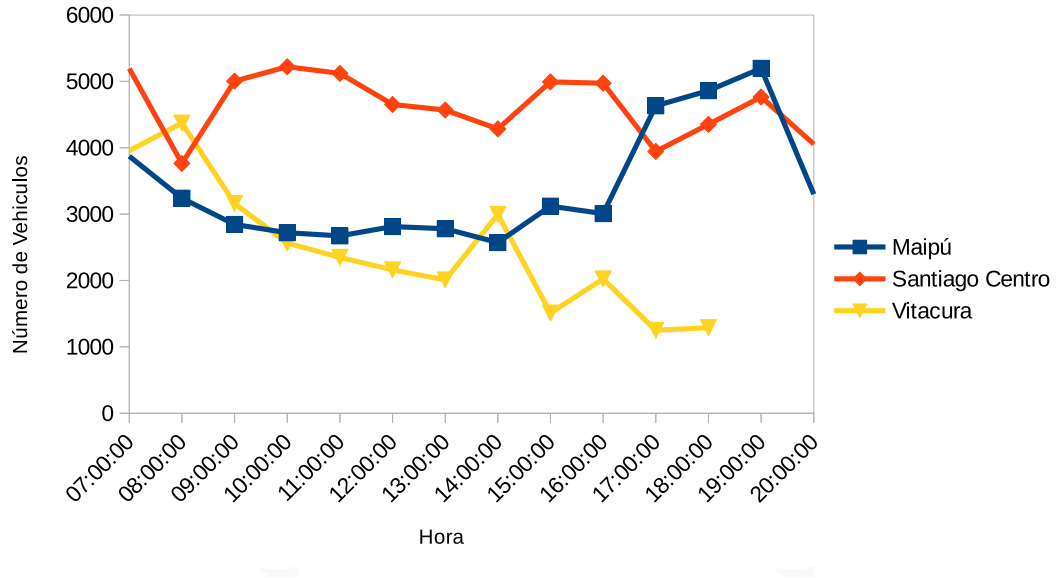


Figura 4.24: Gráfico de la cantidad total de vehículo por hora para las autopistas en las tres zonas estudiadas

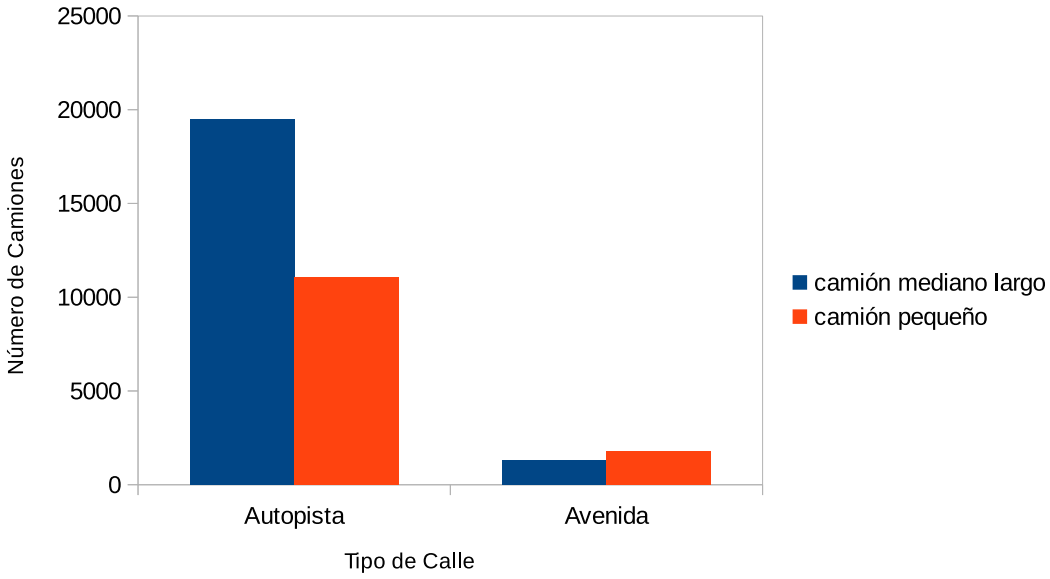


Figura 4.25: Gráfico de la cantidad total de vehículo por hora para las autopistas en las tres zonas estudiadas

encuentra en Santiago Centro con un 70,71 % seguido de Maipú con un 19,74 % siendo Vitacura la comuna con menor porcentaje de taxis (9,55 %).

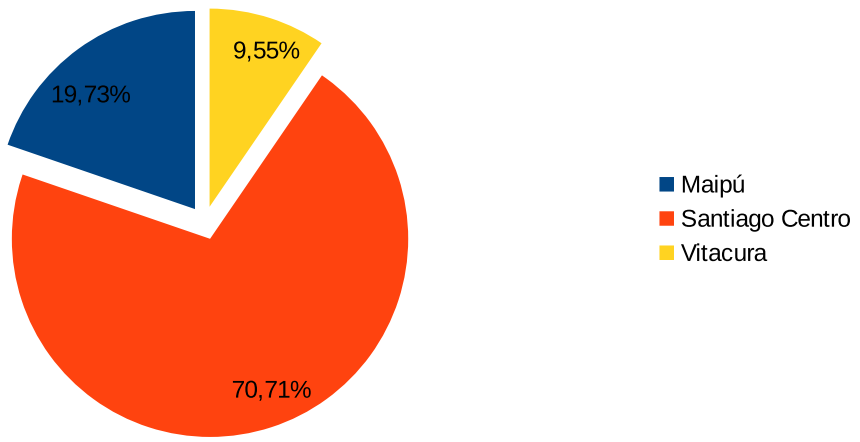


Figura 4.26: Gráfico de la cantidad total de vehículo por hora para las autopistas en las tres zonas estudiadas

4.2.2. Tecnología vehicular

El sistema IVE contempla 1371 configuraciones diferentes de tecnología vehicular comprendidas en el archivo fleetfile. Estas contienen:

- Tipo de vehículo
- Combustible utilizado
- Peso vehículo
- Control Aire/Combustible
- Control emisiones de escape

- Control emisiones evaporativas

- Kilometraje

Tabla 4.2: Resumen distribución de categorías para flota de vehículos particulares (Paiola, 2017)

Vehículos particulares (particulares, comerciales, camionetas y tipo jeeps)		
Combustible	Gasolina	0,811
	diesel	0,189
	<79.000	0,327
Kilometraje	80.000-161.000	0,255
	>161000	0,418
Control Gases de escape	Euro 1	0,152
	Euro 2	0,026
	Euro 3	0,308
	Euro 4	0,515
	Euro 5	0,000
	Liviano	0,180
Peso vehículo/Motor	Mediano	0,620
	Pesado	0,200

En las tablas 4.2 a 4.7 se representa la distribución tecnológica resumidas según combustible kilometraje, Control gases de escape y peso del vehiculo/motor representando sus categorías del 0 al 1.

En las tablas del 4.8 al 4.10 se presenta la distribución vehicular en circulación a inventariar (total de 1.514.669 vehículos) pertenecientes a la provincia de Santiago más las comunas de Puente Alto y San Bernardo (Paiola, 2017).

De estas tablas de desprende que el 93,92 % corresponde a vehículos particulares de los cuales el 81,1 % utiliza gasolina, el 41,8 % tiene un recorrido mayor a 161.000 km, el 51,5 % cumple con la normativa euro 4 y el 62 % tiene un peso medio.

Los taxis representan el 2,42 % de la flota total los cuales el el 88 % corresponde a vehículos de motor a gasolina, el 73 % tiene un recorrido menor a 161.000 km, el 53 %

Tabla 4.3: Resumen distribución de categorías para flota de taxis (Paiola, 2017)

Taxis (Básico, colectivo y de turismo)		
Combustible	Gasolina	0,880
	diesel	0,121
	<79.000	0,391
Kilometraje	80.000-161.000	0,322
	>161.000	0,289
Control Gases de escape	Euro 1	0,019
	Euro 2	0,000
	Euro 3	0,452
	Euro 4	0,530
	Euro 5	0,000
	Liviano	0,000
Peso vehículo/Motor	Mediano	1,001
	Pesado	0,000

Tabla 4.4: Resumen distribución de categorías para flota de buses 12 metros (Paiola, 2017)

Buses 12 metros (particulares y transporte público		
Combustible	Gasolina	0,000
	diesel	1,000
	<79.000	0,360
Kilometraje	80.000-161.000	0,328
	>161000	0,312
Control Gases de escape	Euro 1	0,000
	Euro 2	0,000
	Euro 3	0,780
	Euro 4	0,000
	Euro 5	0,220
	Liviano	0,000
Peso vehículo/Motor	Mediano	1,000
	Pesado	0,000

Tabla 4.5: Resumen distribución de categorías para flota de buses 18 metros articulados (Paiola, 2017)

Buses 18 metros articulados de transporte público		
Combustible	Gasolina	0,000
	diesel	1,000
	<79.000	0,000
Kilometraje	80.000-161.000	0,001
	>161.000	0,999
Control Gases de escape	Euro 1	0,000
	Euro 2	0,000
	Euro 3	1,000
	Euro 4	0,000
	Euro 5	0,000
	Liviano	0,000
Peso vehículo/Motor	Mediano	0,000
	Pesado	1,000

Tabla 4.6: Resumen distribución de categorías para flota de camiones livianos y medianos (Paiola, 2017)

Camiones livianos y medianos		
Combustible	Gasolina	0,000
	diesel	1,000
	<79.000	0,300
Kilometraje	80.000-161.000	0,174
	>161.000	0,526
Control Gases de escape	Sin Norma (Cámara de pre combustión)	0,080
	Euro 1	0,090
	Euro 2	0,230
	Euro 3	0,300
	Euro 4	0,220
	Euro 5	0,080
	Liviano	0,514
Peso vehículo/Motor	Mediano	0,486
	Pesado	0,000

Tabla 4.7: Resumen distribución de categorías para flota de camiones pesados (Paiola, 2017)

Camiones Pesados		
Combustible	Gasolina	0,000
	diesel	1,000
	<79.000	0,360
Kilometraje	80.000-161.000	0,174
	>161000	0,466
Control Gases de escape	Sin Norma (Cámara de pre combustión)	0,070
	Euro 1	0,080
	Euro 2	0,190
	Euro 3	0,300
	Euro 4	0,260
	Euro 5	0,100
	Liviano	0,000
Peso vehículo/Motor	Mediano	0,000
	Pesado	1,000

Tabla 4.8: Parque vehicular en circulación parte 1

	Transporte particular y otros				
	Automóvil y station wagon	Todo terreno	Furgón	Camioneta	Otros con Motor
Sub total [#]	1.127.569	30.531	79.861	184.246	261
Total [#]	1.422.468				
Porcentaje	93,91 %				

Tabla 4.9: Parque vehicular en circulación parte 2

	Transporte Colectivo				
	Taxi básico	colectivo	turismo	colectivo	bus, transporte escolar y trabajadores
Sub total [#]	23.101	9.962	3.635	12.568	500
Total [#]	36.698			13.068	
Porcentaje	2,42 %			0,86 %	

Tabla 4.10: Parque vehicular en circulación parte 3

	Transporte de Carga	
	Camión simple	Tracto Camión
Sub total [#]	34.350	8.085
Total [#]	34.350	8.085
Porcentaje	2,27 %	0,53 %

cumple con la normativa euro 4 mientras el resto cumple con normativa euro 3. solo un pequeño porcentaje de los taxis cumple con normativa euro 1 (1,9 %). todos los taxis poseen un tamaño de motor medio.

Los buses solo representan el 86 % de la flota. Todos utilizan diésel como combustible. Existe una gran diferencia entre los buses de 12 metros y los buses articulados de 18 metros, ya que 68,8 % de los buses de 12 metros tiene un recorrido menor a 161000 km mientras que el 100 % de los buses 18 metros tiene un recorrido mayor a 161000 km. En normativa también difieren ya que el 78 % de los buses 12 metros cumplen con euro 3 y el 22 % con euro 5 mientras que el 100 % de los articulados cumplen con euro 3. Separando por peso se toman los buses 12 metros como vehículos de peso mediano y los articulados como pesados.

El 2,8 % de la flota corresponde a camiones entre livianos, medianos y pesados. El 100 % utiliza combustible diésel, más del 46 % de estos tienen un kilometraje mayor a 161000 km y el 30 % cumplen con normativa euro 3.

4.3. Comparación resultados obtenidos con otras ciudades

En esta sección se compararán los resultados obtenidos de otras ciudades y resultados anteriores, en el caso de Argentina y Chile 2007 se utilizaron los resultados obtenidos por Pilar Henriquez en su memoria "Estudio Comparativo de Actividad Vehicular y Modelación de Emisiones Para Santiago y Buenos Aires", para el caso de Perú se utilizaron los resultados obtenidos en el estudio del ISSRC "Lima Vehicle Activity Study"(Lents et al., 2004a) y para Brasil se utilizaron los resultados obtenidos en el estudio del ISSRC "Sao Paulo Vehicle Activity Study"(Lents et al., 2004b).

4.3.1. Patrones de conducción

En la Tabla 4.11 se observan las velocidades promedio en autopistas obtenidas para las ciudades de Lima, Santiago de Chile y Sao Paulo separadas en intervalos de 2 horas. Se determina que las velocidades más altas se registraron para Santiago de Chile (55,69 km/h en promedio) seguido de Lima (41,34 km/h) y finalmente Sao Paulo (31 Km/h).

Al graficar la Tabla 4.11 se obtiene el gráfico de la figura 4.27 donde se aprecia que en Santiago se mantuvieron las velocidades casi constantes exceptuando las horas de 7:00 a 9:00 donde hubo una disminución de 10 km/h. En el caso de Lima, las velocidades fueron disminuyendo acorde transcurría el día registrando su mínima velocidad en el intervalo de las 19:00 a 21:00 hrs. Para Sao Paulo, las velocidades se mantuvieron decreciendo pero con un alza entre las 13:00 y 15:00 hrs llegando a una velocidad mínima de 18,78 km/h].

Tabla 4.11: Cuadro comparativo de las velocidades durante el día para las autopistas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil

Intervalo de Hora	Velocidad [Km/h] Autopistas Santiago	Velocidad [Km/h] Autopistas Perú	Velocidad [km/h] Autopistas Brazil
05:00:00 – 07:00:00		51,82	37,09
07:00:00 – 09:00:00	46,64	51,82	31,79
09:00:00 – 11:00:00	56,97	38,15	31,79
11:00:00 – 13:00:00	57,77	40,12	32,23
13:00:00 – 15:00:00	57,67	37,40	40,29
15:00:00 – 17:00:00	57,93	37,40	35,05
17:00:00 – 19:00:00	56,16	38,66	21,05
19:00:00 – 21:00:00	56,68	35,35	18,78
Promedio	**55.69**	**41.34**	**31.01**

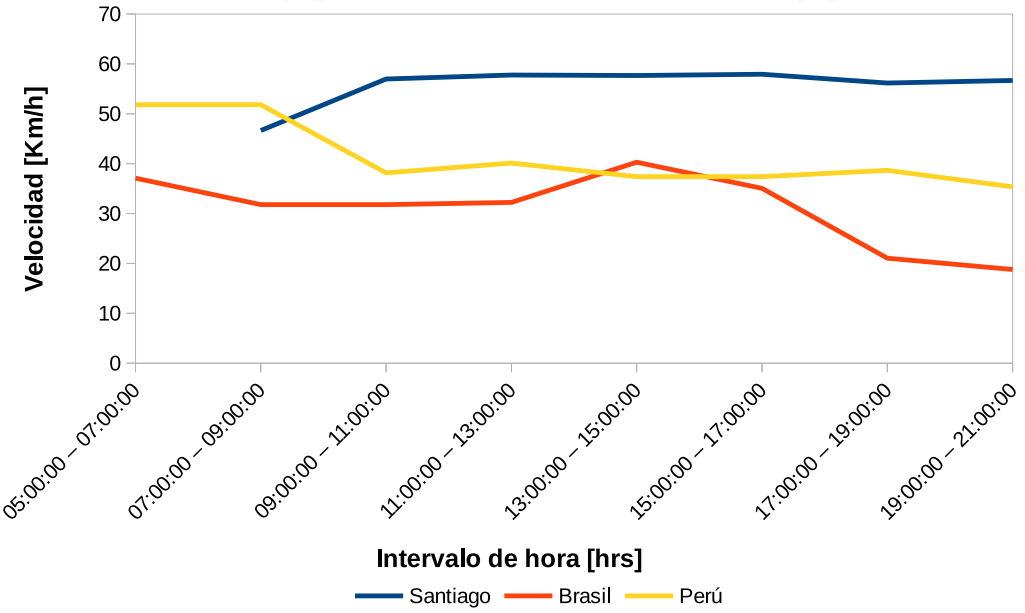


Figura 4.27: Gráfico comparativo de las velocidades durante el día para las autopistas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil

Al observar las velocidades promedio en avenidas obtenidas en las ciudades de Santiago de Chile, Lima y Sao Paulo, se determinó que las velocidades promedio registradas en Santiago fueron las más bajas con una velocidad de 17 Km/h promedio, seguido de Sao Paulo con una velocidad promedio de 21,73 km/h y finalmente Lima con una velocidad de 24,78 km/h.

Tabla 4.12: Cuadro comparativo de las velocidades durante el día para las avenidas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil

Intervalo de Hora	**Velocidad [Km/h] Avenida Santiago**	**Velocidad [Km/h] Avenida Perú**	**Velocidad [Km/h] Avenida Brasil**
05:00:00 – 07:00:00		24,58	20,04
07:00:00 – 09:00:00	16,46	24,58	17,09
09:00:00 – 11:00:00	16,00	24,84	20,75
11:00:00 – 13:00:00	17,93	24,54	24,8
13:00:00 – 15:00:00	18,22	24,12	24,46
15:00:00 – 17:00:00	20,30	24,81	21,27
17:00:00 – 19:00:00	12,59	22,91	25,21
19:00:00 – 21:00:00	17,41	27,09	20,22
Promedio	**16,99**	**24,68**	**21,73**

Al graficar estos datos se obtiene el gráfico de la figura 4.28 donde se observa que las menores velocidades se registraron para Santiago donde la menor velocidad se registró entre las 17:00 y 19:00 hrs (12,59 Km/h). En Sao Paulo las velocidades se mantuvieron intermitentes durante el día con una mínima de 17 km/h registradas entre las 7:00 y 9:00 hrs. Lima mantuvo una velocidad casi constante de 24 km/h exceptuando el intervalo entre las 19:00 y 21:00 donde registro una máxima de 27,09 Km/h.

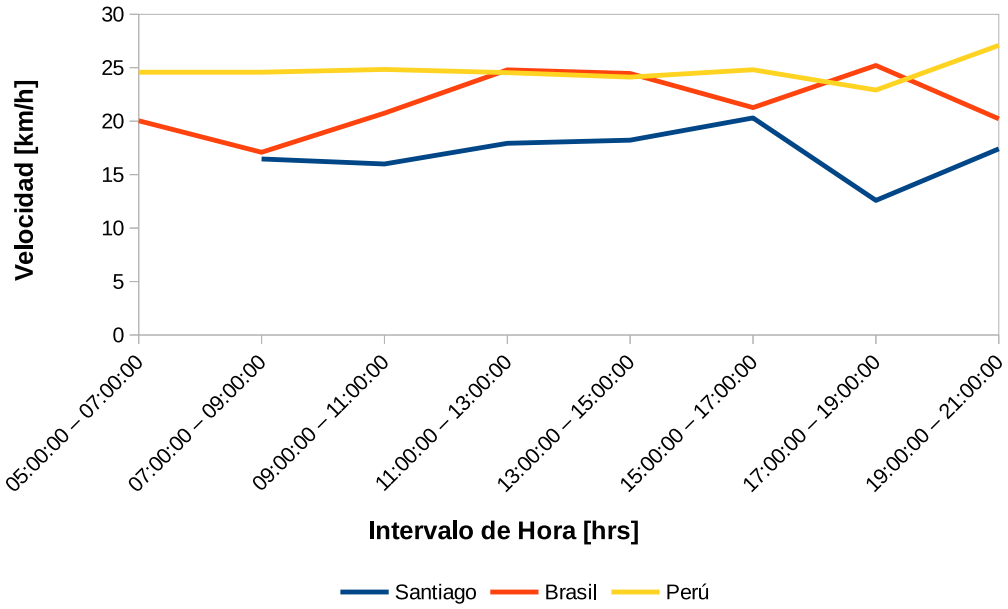


Figura 4.28: Gráfico comparativo de las velocidades durante el día para las avenidas entre las ciudades de Santiago de Chile, Lima de Perú y Sao Paulo de Brasil

4.3.2. Composición dinámica de flota

En la tabla 4.13 se observa el cuadro comparativo entre las composiciones dinámicas de Santiago 2015, Santiago 2007, Lima perú 2004 y Sao Paulo Brasil 2004. En éste se destaca el uso predominante de los Vehículos particulares y comerciales (70 % Santiago 2015, 78,4 % Santiago 2015, 74,20 % Argentina, 75,6 % Brasil y 51,65 % Lima) además se destaca el alto uso de buses y taxis en Lima, 17,46 % y 24,9 % respectivamente. Se hace visible el aumento de camiones desde el 2007 al 2015 de un 6,5 % a 16 % en Santiago de Chile. Sao Paulo es la ciudad donde más se ocupa la Motocicleta con un 10,1 % del total de la flota.

Tabla 4.13: Cuadro comparativo de las composiciones dinámicas de Chile, Argentina, Perú y Brasil

Categorías	**Composición Dinámica Obtenida**	**Composición Dinámica Pilar Henriquez Santiago**	**Composición Dinámica Pilar Henriquez Argentina**	**Composición Dinámica Sao Paulo 2004**	**Composición Dinámica Lima 2004**
Vehículos particular y Comercial	70,00 %	78,40 %	74,20 %	75,60 %	51,65 %
Buses	4,00 %	2,80 %	3,90 %	5,30 %	17,46 %
Camiónes	16,00 %	6,50 %	3,90 %	4,50 %	4,74 %
Taxis	8,00 %	10,40 %	14,10 %	4,50 %	24,90 %
Motocicletas	2,00 %	1,90 %	3,90 %	10,10 %	1,25 %
Total	**100,00 %**	**100,00 %**	**100,00 %**	**100,00 %**	**100,00 %**

4.4. Factores de emisión

En la figura 4.29 se muestra un esquema de la generación del inventario de emisiones utilizando la metodología IVE separando el proceso que se debe realizar para cada ámbito de la actividad vehicular.

Para el caso de los patrones de conducción, estos deben ser procesados en el "speed analysis" para detreminar los BINS de potencia y luego agregados en el location file junto a los resultados de la distribución de partidas en frío y la composición dinámica de flota. la tecnología vehicular se agrega al archivo "fleetfile".

Estos archivos son procesados en el programa IVE el cual entrega los resultados del inventario de emisiones y los factores de emisión para cada categoría vehicular.

Los factores de emisión se pueden categorizar en tres:

- criterio (CO, VOC, $VOC_{evap.}$, NO_x, SO_x, PM)
- Gases invernadero (CO)
- tóxicos

A continuación de exponen los factores de emisión generados a partir de los datos obtenidos de en la presente tesis, los resultados fueron generados en la memoria "Modelación de Emisiones de Fuentes Móviles en Ruta Para La Ciudad de Santiago" de Nino Antonio Bravo Paiola (Paiola, 2017).

En las figuras 4.30 y 4.31 se observan los factores de emisión presentados en g/km de

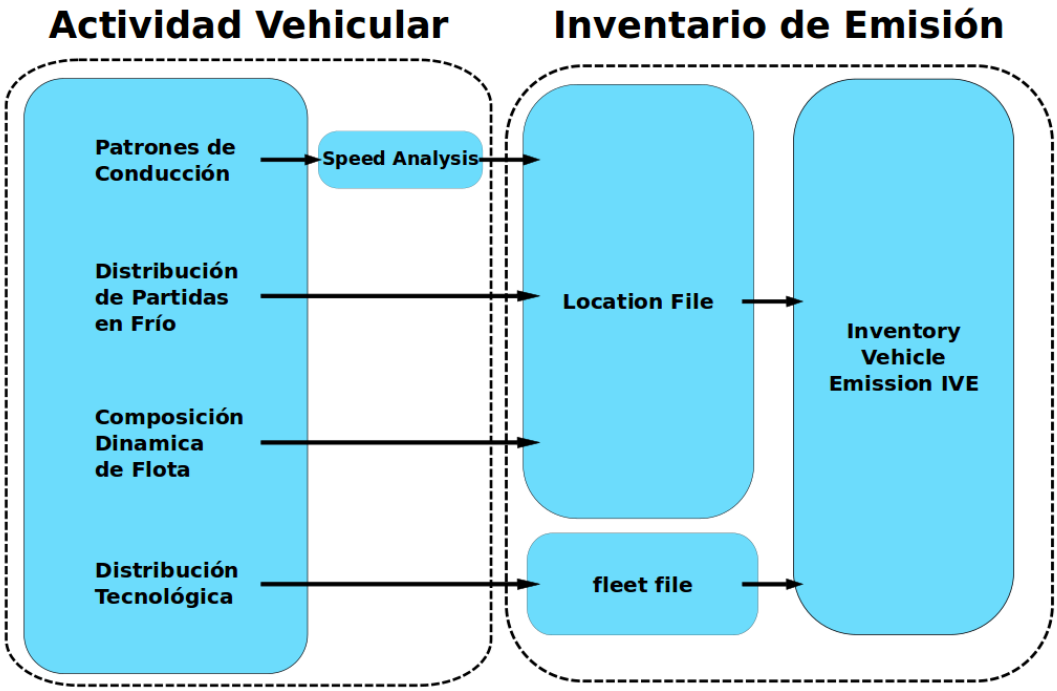


Figura 4.29: Esquema de la generación del inventario de emisión utilizando la metodología IVE

contaminante, esto quiere decir que teniendo la cantidad de kilometros total recorridos por una categoría y multiplicando por el factor de contaminante se obtendría la cantidad total del contaminante en un instante de tiempo. recopilando de los ámbitos del nivel de actividad vehicular se obtuvo la cantidad de vehículos que recorrieron las calles por hora, la forma en la que se recorren las calles y la tecnología que utilizan éstos autos, por lo que teniendo los factores de emisión y el nivel de actividad se podría generar un inventario de emisiones.

Además de las tablas se aprecia las diferencias en cargas de contaminantes para cada categoría y tecnología, por ejemplo, existe una gran diferencia entre los factores de CO_2 generados por los vehículos particulares (28 g/km) y los buses articulados (559 g/km). ésto no necesariamente significa que la flota de buses articulados contaminen más que los vehículos particulares, ya que como se vío anteriormente la flota de vehículos

FE [g/km]			CO	VOC	VOC evap.	NOx	SOx	PM	CO2
V. livianos en calles residenciales /arteriales	gasolina	Euro 1	7,808	0,618	0,240	0,351	0,002	0,026	122,8
		Euro 2	2,234	0,122	0,169	0,202	0,002	0,022	108,5
		Euro 3	1,012	0,050	0,081	0,097	0,001	0,011	53,7
		Euro 4*	0,239	0,018	0,014	0,062	0,001	0,009	36,8
	Diésel	Euro 1	0,061	0,006	0,000	0,083	0,000	0,018	30,6
		Euro 2	0,054	0,005	0,000	0,081	0,000	0,017	30,1
		Euro 3	0,043	0,004	0,000	0,076	0,000	0,016	28,9
		Euro 4*	0,014	0,001	0,000	0,024	0,000	0,005	9,3
V. livianos en autopista	gasolina	Euro 1	2,416	0,072	0,047	0,131	0,001	0,005	62,8
		Euro 2	0,761	0,013	0,034	0,079	0,001	0,003	55,1
		Euro 3	0,349	0,005	0,016	0,038	0,000	0,002	27,3
		Euro 4	0,034	0,001	0,004	0,026	0,000	0,001	18,3
	Diésel	Euro 1	0,009	0,001	0,000	0,037	0,000	0,003	13,8
		Euro 2	0,008	0,001	0,000	0,036	0,000	0,002	13,6
		Euro 3	0,006	0,001	0,000	0,034	0,000	0,002	13,0
		Euro 4*	0,002	0,000	0,000	0,011	0,000	0,001	4,2
Taxis	gasolina	Euro 1	2,139	0,171	0,022	0,054	0,000	0,001	4,7
		Euro 3	4,410	0,187	0,260	0,285	0,003	0,017	148,9
		Euro 4*	0,785	0,056	0,034	0,134	0,001	0,015	87,3
	Diésel	Euro 1	0,005	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,5
		Euro 3	0,003	0,000	0,000	0,005	0,000	0,001	1,4
		Euro 4*	0,026	0,002	0,000	0,039	0,000	0,009	15,2

* incluye vehículos Euro 5

Figura 4.30: Factores de los factores de emisión obtenidos a partir de los datos procesados. Parte 1 (Paiola, 2017)

particulares es significativamente mayor a la de los buses articulados.

Por otro lado, si se compara las distintas normativas, se puede ver la disminución de los contaminantes según avanza la tecnología, como prueba de ésto se ve que para los vehículos a gasolina los que cumplen con euro 1 tienen un factor de 122,8 g/km mientras que los euro 4/5 tienen un factor de 36,8 g/km.

FE [g/km]			CO	VOC	VOC evap.	NOx	SOx	PM	CO2
Buses 12 m	diésel	Euro 3	0,622	0,138	0	1,949	0,002	0,253	224
		Euro 5	0,039	0,006	0	0,553	0,002	0,016	179
Buses articulados	diésel	Euro 3	1,816	0,389	0	5,546	0,006	2,793	559
Camiones livianos y medianos	diésel	sin norma	1,235	0,275	0	3,729	0,004	0,728	364
		Euro 1	0,643	0,169	0	2,880	0,003	0,412	330
		Euro 2	0,550	0,134	0	2,554	0,003	0,285	302
		Euro 3	0,230	0,049	0	1,041	0,002	0,100	148
		Euro 4	0,023	0,003	0	0,537	0,001	0,010	109
		Euro 5	0,006	0,001	0	0,092	0,000	0,003	29
Camiones pesados	diésel	sin norma	1,610	0,288	0	2,415	0,001	1,792	97
		Euro 1	0,291	0,105	0	1,053	0,001	1,002	88
		Euro 2	0,559	0,160	0	2,677	0,002	0,982	196
		Euro 3	0,561	0,118	0	2,625	0,004	0,460	347
		Euro 4	0,065	0,010	0	1,675	0,003	0,027	272
		Euro 5	0,025	0,004	0	0,367	0,001	0,010	105

Figura 4.31: Imágen de los factores de los factores de emisión obtenidos a partir de los datos procesados. Parte 2 (Paiola, 2017)

5 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo, se entrega el nivel de actividad para fuentes móviles en ruta para la ciudad de Santiago de Chile del año 2015, el cual se obtuvo mediante la aplicación de la metodología descrita en el capítulo 4. Los presentes resultados corresponden a un conjunto de datos aplicables en la confección de un inventario de emisiones.

5.1. Conclusiones generales

Como conclusión principal, se tiene que el método "IVE" resulta eficiente y de bajo costo a la hora de realizar las mediciones de actividad vehicular ya que éste considera 4 ámbitos característicos de cada ciudad: patrones de conducción, partidas en frío, composición dinámica de flota y tecnología vehicular, los cuales varían según el año, zona de la ciudad, hora y idiosincrasia, adaptándose de manera correcta a su naturaleza cambiante. Como ejemplo de ésto se puede ver que:

- Se obtuvo que existe una menor velocidad promedio durante el día en la autopista de Santiago centro, con una velocidad promedio de 25,91 km/hr en comparación

con las velocidades promedio en Vitacura y Maipú (64,96 km/hr y 50,15 km/hr respectivamente). Dicha diferencia no se observa en los circuitos mixtos ya que las velocidades promedio en Santiago Centro, Vitacura y Maipú fueron de 16,18 km/hr, 18,17 Km/hr y 16,61 km/hr respectivamente, por otro lado, se encontró una una diferencia de 21,68 km/h entre la máxima velocidad promedio registrada a las 15:00 hrs y la mínima registrada a las 8:00 hrs en autopistas, mientras que existió una diferencia 8,6 km/h entre la máxima velocidad promedio y la mínima en circuitos mixtos registradas a la misma hora.

- En cuanto a las diferencias de cada país, se encontró que la velocidad promedio en Autopistas de Santiago, Lima y Sao Paulo, fueron de 55,69 [km/h], 41,34 [km/h] y 31,01 [km/h] respectivamente, mientras que en las avenidas fueron de 16,99 km/h en Santiago, 24,68 km/h en Lima y 21,73 km/h en Sao Paulo. Cabe destacar que una de las razones de las diferencias en las avenidas entre Santiago y las otras ciudades es que en Santiago se combinaron las avenidas con calles residenciales.

- Se puedo observar que existe un mayor flujo de camiones en las autopistas $(22,26\,\%)$ en comparación con al flujo de camiones en el circuito mixto $(4,96\,\%)$, al observar la distribución de taxis en el circuito mixto, se encontró un mayor número de taxis en Santiago Centro $(34,24\,\%)$ en comparación con Vitacura $(11,82\,\%)$ y Maipú $(13,71\,\%)$. Aún así las categorías predominantes son vehículos particulares y comerciales las cuales equivalen al 68,19 % del total vehículos contabilizados.

5.2. Conclusiones específicas

De la revisión de antecedentes, se pudo concluir que debido a la alta contaminación existente, el estado ha tenido que crear medidas de mitigación, las cuales deben ser monitoreadas, por ésto se hace necesario la utilización de inventarios de emisiones, que en el caso de de las fuentes móviles, se obtienen a través de la estimación del nivel de actividad, determinando sus 4 parte: Composición dinámica de flota, tecnología vehicular, distribución de partidas en frío y patrones de conducción.

De la 'Metodología", se concluye que para poder determinar el nivel de actividad se necesitaron realizar cuatro tipos de mediciones distintas, correspondientes a los ámbitos del nivel de actividad utilizados en la metodología IVE.

Al analizar la metodología empleada en la obtención de las dinámicas de conducción para los vehículos particulares, se hace fundamental una buena elección de las zonas de estudio y los recorridos a realizar ya que deben ser representativos de la ciudad y de sus comunas (Issrc, 2008).

Si se analiza la metodología empleada en la obtención de la composición dinámica de flota se puede destacar la gran importancia que tiene una buena selección del los puntos de grabación ya que estos determinaran el flujo característico de la zona de estudio, por lo que se deben tomar en cuenta las indicaciones expuestas en el punto 4.3.1 del capitulo de metodología. Con respecto al procesamiento de la información es necesario llevar un control claro del conteo vehicular para las categorías escogidas.

Debido a todo lo expuesto anteriormente, se hace necesario ir actualizando constantemente el inventario de emisiones de cada ciudad, lo que significa determinar el nivel de actividad para cada inventario. Ello además, entrega una visión de la situación actual

vehicular.

5.2.1. Dinámicas de conducción y partidas en frío

- Del objetivo planteado “Determinar los patrones de conducción, encendido y apagado del motor” se pudo concluir que:

  - De los buses, se encontraron 3 puntos de menor velocidad: entre 8:00 - 9:00 hrs, entre 12:00 - 13:00 hrs y entre 18:00 - 19:00 hrs, los cuales podrían corresponder a horas de máxima congestión, Ademas, el punto más bajo fue de 12:00 - 13:00 [hrs].

  - De los taxis se registraron 5 detenciones de aproximadamente 1 hora de duración y una conducción continua de 5 ciclos con una duración de en promedio 1 hora y 45 minutos. Además se observaron 4 puntos mínimos: De 08:00 a 09:00 hrs, de 12:00 a 13:00 hrs, de 16:00 a 17:00 hrs, de 19:00 a 20:00 hrs los cuales resultan similares a la de los buses, lo que podría significar que son horas de mayor tráfico.

  - De el transporte escolar se observaron dos ciclos de movimiento, entre la 6:45 y las 8:30 hrs y entre las 11:30 y 12,48 hrs. el intervalo entre 6:45 y 8:30 corresponde a horarios de entrada de los colegios en Santiago de Chile. Además se vio un intervalo de detención 3 horas (de 8:30 a 11:30).

  - Existen claras diferencias en cuanto a las velocidades promedio de las autopistas entre las tres zonas estudiadas. La comuna de Vitacura presentó la mayor velocidad promedio seguido por Maipú y finalmente Santiago Centro

(64,96 [Km/h], 50,15 [km/h] y 25,91 [km/h] respectivamente). Las horas de menor velocidad, fueron entre las 8 y las 9 [hrs] y entre las 16 y 17 [hrs] para Vitacura, entre las 8 y 9 [hrs] y entre las 18 y 19 [hrs] en Maipú.

- Al analizar en detalle una hora del día en particular, se constató que las pruebas no se iniciaron exactamente a la misma hora. En Vitacura iniciaron a las 8:04 [hrs] en Maipú iniciaron a las 8:01 [hrs] y en Santiago Centro iniciaron a las 8:10 [hrs]. Además, al comparar las gráficas, se puede observar una mayor intermitencia en la conducción para la zona de Santiago Centro. Los puntos mas lentos correspondían a entradas y salidas de la autopista lo que podría significar que estos son focos de congestión.

- Al comparar los recorridos de autopistas y mixtos, se observa una mayor velocidad promedio para la autopista . Esto podría deberse a que las velocidades máximas son más altas en las autopistas que en los circuitos mixtos y a que no hay semáforos ni cruces dentro de las autopistas.

- En cuanto a las partidas en frío se observó que la mayor tasa de encendidos del motor durante el día ocurrieron entre las 8:00 y 9:00 hrs y las 16:00-17:00 hrs, estos puntos corresponderían a horas de inicio de actividades laborales o de estudio. Al observar la cantidad de horas entre encendido, se vio que el mayor lapso ocurrió entre 6-7 y 8-9, coincidiendo además con el horario punta de la mañana los cuales son los eventos de encendido más contaminantes.

5.2.2. Composición dinámica de flota y tecnología vehicular

- Del Objetivo planteado “Determinar la composición de flota y caracteristicas tecnológicas en vehículos livianos y pesados”, se pudo concluir que:

  - Se grabó un total de 82 videos lo que equivalen a 1230 minutos de grabación.

  - El mayor porcentaje de vehículos se encuentra en la zona comercial, con un 47,23 %, seguido de la comuna de Maipú con un 32,65 % y finalmente Vitacura con un 20,12 %.

  - Las categorías dominantes en la composición dinámica de flota para la ciudad de Santiago de Chile fueron los vehículos particulares, los vehículos comerciales y los camiones. Ademas se encontraron dos puntos de flujo máximos, entre las 7:00 y las 8:00 hrs y entre las 18 y 19 hrs.

  - Existen diferencias en cuanto a densidad vehicular entre las avenidas y las autopistas, siendo estas ultimas mayores.

  - En las autopistas de Vitacura y Maipú, existen tendencias a mayores flujos para 1 hora en particular: entre las 19 y 20 hrs para Maipú y entre las 8 y las 9 hrs en Vitacura, ésta tendencia podría deberse a que las mediciones se realizaron con la cámara apuntando solo en una dirección, por lo que podría suponerse que en la otra dirección la tendencia sería contraria.

  - No se pudo encontrar una tendencia clara en el flujo vehicular por hora para la autopista de Santiago Centro. Esto podría deberse que al ser una comuna central, es la convergencia de varias comunas. haciendo que los

movimientos se den por igual en ambas direcciones de la autopista y sin grandes variaciones durante el periodo observado.

- Los camiones ocupan un 16,37 % del total de la composición de flota, siendo éstos camiones ligeros y, camiones medianos y pesados, donde el mayor flujo de éstos se encuentra en las autopistas, siendo los camiones medianos y pesados los que se encuentran en mayor proporción a lo ligeros con un 61,75 % del total de camiones. En los circuitos mixtos se encuentra un mayor número de camiones ligeros que camiones medianos-pesados con un 58,25 % del total de camiones.

- El mayor número de taxis se encontró en Santiago Centro con un 70,71 % del total de taxis, seguido de Maipú con un 19,73 % y finalmente Vitacura con un 9,55 %.

- el 93,92 % corresponde a vehículos particulares de los cuales el 81,1 % utiliza gasolina, el 41,8 % tiene un recorrido mayor a 161.000 km, el 51,5 % corresponde cumple con la normativa euro 4 y el 62 % tiene un peso medio

- De la tecnología vehicular se desprende que el 93,92 % corresponde a vehículos particulares de los cuales el 81,1 % utiliza gasolina, el 41,8 % tiene un recorrido mayor a 161.000 km, el 51,5 % corresponde cumple con la normativa euro 4 y el 62 % tiene un peso medio.

- Los taxis representan el 2,42 % de la flota total los cuales el el 88 % corresponde a vehículos de motor a gasolina, el 73 % tiene un recorrido menor a 161.000 km, el 53 % cumple con la normativa euro 4 mientras el resto cumple con normativa euro 3. solo un pequeño porcentaje de los taxis cumple con normativa euro 1 (1,9 %).

- Existe una gran diferencia entre los buses de 12 metros y los buses articulados de 18 metros, ya que 68,8 % de los buses de 12 metros tiene un recorrido menor a 161000 km mientras que el 100 % de los buses 18 metros tiene un recorrido mayor a 161000 km. En normativa también difieren ya que el 78 % de los buses 12 metros cumplen con euro 3 y el 22 % con euro 5 mientras que el 100 % de los articulados cumplen con euro 3.

- El 2,8 % de la flota corresponde a camiones entre livianos, medianos y pesados. El 100 % utiliza combustible diésel, más del 46 % de estos tienen un kilometraje mayor a 161000 km y el 30 % cumplen con normativa euro 3.

5.2.3. Comparación de resultados con otros niveles de actividad

- Del objetivo planteado "Comparar los resultados con niveles de actividad de otras ciudades" se determinó que:

  - Se determina que en autopistas las velocidades más altas se registraron para Santiago de Chile (55,69 km/h en promedio) seguido de Lima (41,34 km/h) y finalmente Sao Paulo (31 Km/h).

  - En Santiago se mantuvieron las velocidades casi constantes exceptuando las horas de 7:00 a 9:00 donde hubo una disminución de 10 km/h. En Lima, las velocidades en autopistas fueron disminuyendo acorde transcurría el día registrando su mínima velocidad en el intervalo de las 19:00 a 21:00 hrs.

  - Para Sao Paulo, las velocidades en autopistas se mantuvieron decreciendo pero con un alza entre las 13:00 y 15:00 hrs llegando a una velocidad mínima

de 18,78 km/h].

- Las velocidades promedio registradas en Santiago fueron las más bajas con una velocidad de 17 Km/h promedio, seguido de Sao Paulo con una velocidad promedio de 21,73 km/h y finalmente Lima con una velocidad de 24,78 km/h.

- Las menores velocidades en avenidas se registraron para Santiago donde la menor velocidad se registró entre las 17:00 y 19:00 hrs (12,59 Km/h).

- En Sao Paulo las velocidades en avenidas se mantuvieron intermitentes durante el día con una mínima de 17 km/h registradas entre las 7:00 y 9:00 hrs.

- Lima mantuvo una velocidad en avenidas casi constante de 24 km/h exceptuando el intervalo entre las 19:00 y 21:00 donde registro una máxima de 27,09 Km/h.

- De la Composición dinámica de flota se destaca el uso predominante de los Vehiculos particulares y comerciales (70 % Santiago 2015, 78,4 % Santiago 2015, 74,20 % Argentina, 75,6 % Brasil y 51,65 % Lima) además se destaca el alto uso de buses y taxis en Lima, 17,46 % y 24,9 % respectivamente. se destaca además el aumento de camiones desde el 2007 al 2015 de un 6,5 % a 16 %. Sao Paulo es la ciudad donde más se ocupa la Motocicleta con un 10,1 % del total de la flota.

5.2.4. Factores de emisión

- Del objetivo planteado “Estimar los factores de emisión asociados a la actividad vehicular obtenida” se obtuvieron los factores de emisión utilizando el nivel de actividad obtenido en la presente memoria, para completar los datos, se utilizaron las partidas en frío determinadas por Pilar Henriquez (Henríquez Salazar, 2008) y para la tecnología vehicular se utilizaron los datos proporcionados por el INE.

- Existe una gran diferencia entre los factores de CO_2 generados por los vehículos particulares (28 g/km) y los buses articulados (559 g/km).

- Se puedo ver una disminución de los contaminantes según avance tecnológico, ya que los vehículos a gasolina los que cumplen con euro 1 tienen un factor de 122,8 g/km mientras que los euro 4/5 tienen un factor de 36,8 g/km.

5.3. Recomendaciones

La campaña de medición se realizó con pocos fondos, lo que impidió contratar a más gente para la realización del estudio, por lo que la duración de ésta fue mayor a lo sugerido por en la literatura (2 semanas de campaña) (Issrc, 2008), por lo que res recomendable realizar la determinación del nivel de actividad nuevamente y en el tiempo recomendado por la literatura con el fin de contrastar cuanta variación podría generar tomar las mediciones de la forma que se tomaron en la presente tesis.

Las grabaciones de composición dinámica de flota se realizaron en una sola dirección. Resultaría interesante realizar las grabaciones en ambas direcciones pudiendo obtener

un mayor número de datos de entrada.

Se podría realizar una comparativa entre los datos que se obtienen mediante las unidades de GPS “VAM” y aplicaciones de geolocalización de celulares del tipo Waze, así estudiar si sería factible usar dicha aplicación en las mediciones de Dinámicas de conducción.

Resulta interesante tomar realizar una comparación entre los distinto métodos para la obtención del nivel de actividad para la ciudad de Santiago de Chile realizando las mediciones en un mismo momento y con criterios similares con la intención de obtener las diferencias de resultados entre las distintas metodologías, descartando las diferencias temporales.

Se recomienda realizar la campaña en un mayor número de campaña a fin de contrastar datos y vislumbrar que tan efectivo es el criterio de selección de las zonas de estudio.

Bibliografía

Araya Csaszar, Arie David (2008). Metodología de cálculo de emisiones vehiculares basadas en modos de conducción y potencia especifica vehicular.

Davis, Nicole; Lents, James; Osses, Mauricio; Nikkila, Nick; y Barth, Matthew (2005). Part 3: Developing countries: Development and application of an international vehicle emissions model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1939, 155–165.

Henríquez Salazar, Pilar Ivonne (2008). Estudio comparativo de actividad vehicular y modelación de emisiones para santiago y buenos aires.

Issrc (2008). *IVE Model Users Manual*. issrc, version 2.0 edición.

Lents, James; Davis, Nicole; Nikkila, Nick; y Osses, Mauricio (2004a). Lima vehicle activity study. *International sustainable systems research. h http://www. gssr. net/ive/i*.

Lents, James; Davis, Nicole; Nikkila, Nick; y Osses, Mauricio (2004b). São paulo vehicle activity study. *Final Report, International Sustainable Systems Research, California, USA*.

Lents et al. (2009). Handbook of air quality management. [en línea]. [Acceso Mayo 2015].

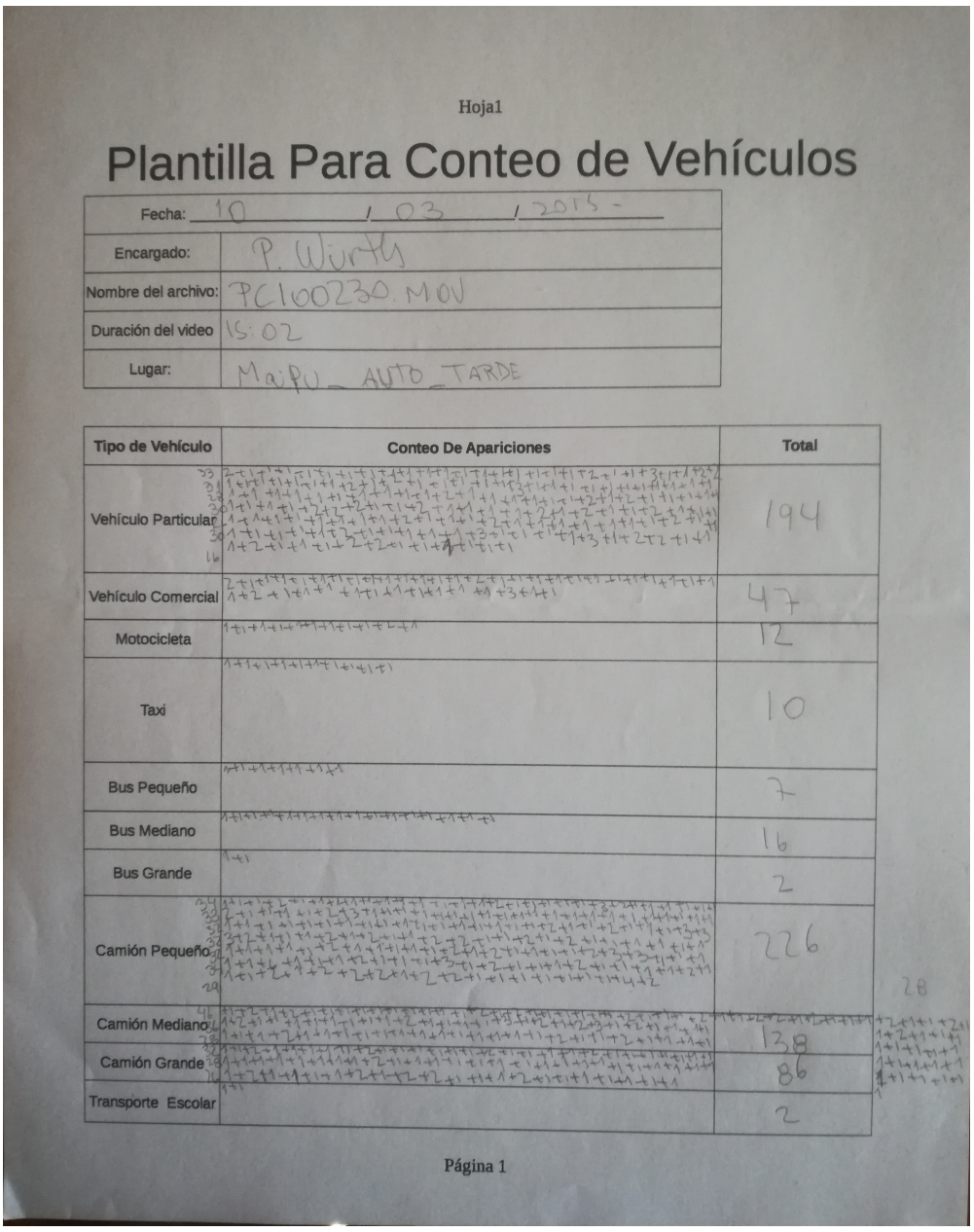
Medioambiente, Ministerio Del (2013). *Informe Seguimiento Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica Para la Región Metropolitana Año 2012 Incluye Avance a Septiembre de 2013*. Technical report, Ministerio Del Medioambiente.

Paiola, Nino Antonio Bravo (2017). Modelación de fuentes móviles en ruta para la ciudad de santiago.

Serrano, Marcos (2009). *Guía Metodológica Para La Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*. Comisión Nacional Del Medio Ambiente, Teatinos 254/258, Santiago de Chile.

Subsecretaría de Energía, Aristo Consultores (2013). *Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Transporte de Carga, Informe Final*. Technical report, Aristo Consultores.

A | Procesamiento de datos



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	10 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100230.MOV
Duración del video	15:02
Lugar:	MAIPU_AUTO_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		194
Vehículo Comercial		47
Motocicleta		12
Taxi		10
Bus Pequeño		7
Bus Mediano		16
Bus Grande		2
Camión Pequeño		226
Camión Mediano		138
Camión Grande		86
Transporte Escolar		2

Página 1

Figura A.1: Ejemplo de una plantalla de conteo llenada con los datos necesarios.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	date	time	latitude	longitude	m/h	#sv	gps_alt	km/hr	press_alt	acc_x	acc_y	acc_z
2	15-10-2015	7:03:00	-33.3754957	-70.5534611	49.52575418	11	726.14	79.704	729.044	0.371	0.975	-0.267
3	15-10-2015	7:03:01	-33.3755388	-70.5536939	49.65997032	11	725.66	79.92	728.484	0.26	0.844	-0.222
4	15-10-2015	7:03:02	-33.3755767	-70.5539281	49.5704929	9	725.26	79.776	728.18	0.137	1.137	-0.242
5	15-10-2015	7:03:03	-33.3756097	-70.554162	49.52575418	12	725.11	79.704	728.25	0.269	1.024	-0.327
6	15-10-2015	7:03:04	-33.3756388	-70.5543966	49.36916869	11	724.91	79.452	728.53	0.234	0.847	-0.217
7	15-10-2015	7:03:05	-33.3756642	-70.554632	49.50338483	11	724.66	79.668	729.278	0.108	0.96	-0.241
8	15-10-2015	7:03:06	-33.3756885	-70.554868	49.50338483	11	724.44	79.668	727.923	0.085	0.904	-0.236
9	15-10-2015	7:03:07	-33.3756885	-70.554868	49.54812354	12	724.44	79.74	727.876	0.217	0.879	-0.225
10	15-10-2015	7:03:08	-33.3757368	-70.5553408	49.61523161	12	723.8	79.848	727.129	0.122	0.906	-0.211
11	15-10-2015	7:03:09	-33.3757609	-70.5555776	49.63760096	12	723.42	79.884	727.269	0.128	0.906	-0.294
12	15-10-2015	7:03:10	-33.3757849	-70.5558143	49.61523161	11	723.02	79.848	726.288	0.19	0.972	-0.244
13	15-10-2015	7:03:11	-33.3758095	-70.5560507	49.61523161	12	722.66	79.848	725.961	0.384	0.955	-0.155
14	15-10-2015	7:03:12	-33.3758343	-70.556287	49.61523161	11	722.35	79.848	726.171	0.217	0.999	-0.285
15	15-10-2015	7:03:13	-33.3758591	-70.5565232	49.54812354	12	722.03	79.74	725.517	0.078	1.048	-0.211
16	15-10-2015	7:03:14	-33.3758834	-70.5567595	49.54812354	11	721.74	79.74	725.003	0.108	0.978	-0.267
17	15-10-2015	7:03:15	-33.3759088	-70.556995	49.43627676	11	721.55	79.56	725.19	0.193	0.844	-0.285
18	15-10-2015	7:03:16	-33.3759354	-70.557231	49.72707839	10	721.29	80.028	724.419	0.025	0.96	-0.258
19	15-10-2015	7:03:17	-33.3759618	-70.5574673	49.63760096	12	720.94	79.884	724.162	0.103	1.029	-0.223
20	15-10-2015	7:03:18	-33.3759878	-70.5577042	49.72707839	10	720.52	80.028	723.858	0.234	0.935	-0.204
21	15-10-2015	7:03:19	-33.3760126	-70.5579411	49.70470903	11	720.05	79.992	723.251	0.237	0.994	-0.17
22	15-10-2015	7:03:20	-33.3760367	-70.5581782	49.72707839	12	719.7	80.028	722.924	0.22	0.943	-0.244
23	15-10-2015	7:03:21	-33.3760611	-70.5584148	49.65997032	11	719.23	79.92	722.504	0.001	1.046	-0.217
24	15-10-2015	7:03:22	-33.3760906	-70.5586534	50.51000585	12	718.7	81.288	723.228	0.117	1.036	-0.258
25	15-10-2015	7:03:23	-33.3761194	-70.5588904	49.63760096	12	718.29	79.884	721.826	0.198	0.881	-0.239
26	15-10-2015	7:03:24	-33.3761466	-70.5591263	49.5704929	11	717.86	79.776	721.546	0.334	0.926	-0.301
27	15-10-2015	7:03:25	-33.3761738	-70.5593623	49.59286225	11	717.47	79.812	721.032	0.304	1.12	-0.222
28	15-10-2015	7:03:26	-33.3762009	-70.5595983	49.5704929	12	717.07	79.776	720.308	0.08	0.968	-0.251
29	15-10-2015	7:03:27	-33.376228	-70.559834	49.52575418	12	716.63	79.704	720.471	0.127	1.016	-0.149
30	15-10-2015	7:03:28	-33.3762558	-70.5600698	49.54812354	12	716.12	79.74	719.514	0.125	0.977	-0.285
31	15-10-2015	7:03:29	-33.3762843	-70.5603058	49.61523161	12	715.67	79.848	718.859	0.018	0.957	-0.156
32	15-10-2015	7:03:30	-33.3763128	-70.5605418	49.59286225	12	715.19	79.812	718.883	0.147	1.044	-0.253

Figura A.2: Ejemplo de los datos entregados por los dispositivos VAM

B | Resultados

Tabla B.1: Cuadro de los resultados de promedio de velocidades en circuitos mixtos

Hora	Velocidad Vitacura [km/h]	Velocidad Santiago Centro [km/h]	Velocidad Maipú [km/h]
07:00:00 – 08:00:00	24,33	19,2	14,82
08:00:00 – 09:00:00	16,7	16,16	7,57
09:00:00 – 10:00:00	9,73	21,75	17,97
10:00:00 – 11:00:00	18,74	18,36	9,42
11:00:00 – 12:00:00	19,84	18,89	18,47
12:00:00 – 13:00:00	19,24	13,43	17,72
13:00:00 – 14:00:00	18,85	13,5	17,18
14:00:00 – 15:00:00	17,11	23,84	18,86
15:00:00 – 16:00:00	20,07	22,31	19,41
16:00:00 – 17:00:00	20,28	17,98	21,77
17:00:00 – 18:00:00	10,12	11,29	14,79
18:00:00 – 19:00:00	14,6	9,61	15,13
19:00:00 – 20:00:00	18,71	6,17	18,25
20:00:00 – 21:00:00	26,08	14,08	21,17
Promedio	**18,17**	**16,18**	**16,61**

Tabla B.2: Cuadro de los resultados de promedio de velocidades en autopistas

Hora	Velocidad Vitacura [km/h]	Velocidad Santiago Centro [km/h]	Velocidad Maipú [km/h]
07:00:00 – 08:00:00	62,72	32,23	45,22
08:00:00 – 09:00:00	44,1	21,3	40,07
09:00:00 – 10:00:00	66,44	28,67	52,95
10:00:00 – 11:00:00	68,33	19,22	49,39
11:00:00 – 12:00:00	65,16	27,15	56,55
12:00:00 – 13:00:00	66,13	20,82	47,86
13:00:00 – 14:00:00	62,15	17,35	53,39
14:00:00 – 15:00:00	72,43	36,55	56,84
15:00:00 – 16:00:00	74,34	29,38	58,29
16:00:00 – 17:00:00	52,77	39,17	53,92
17:00:00 – 18:00:00	65,54	23,2	52,4
18:00:00 – 19:00:00	68,89	22,36	40,7
19:00:00 – 20:00:00	68,04	16,56	48,55
20:00:00 – 21:00:00	72,43	28,82	45,95
Promedio	**64,96**	**25,91**	**50,15**

Tabla B.3: Velocidad promedio autopistas vs circuitos mixtos

hora	Velocidad Autopista [km/h]	Velocidad Circuito Mixto [km/h]
07:00:00 – 08:00:00	52,33	19,43
08:00:00 – 09:00:00	40,95	12,88
09:00:00 – 10:00:00	57,51	17,14
10:00:00 – 11:00:00	56,43	15,51
11:00:00 – 12:00:00	58,73	19,04
12:00:00 – 13:00:00	56,81	17,19
13:00:00 – 14:00:00	56,04	16,53
14:00:00 – 15:00:00	59,3	20,55
15:00:00 – 16:00:00	62,63	20,67
16:00:00 – 17:00:00	53,22	20,02
17:00:00 – 18:00:00	59,4	12,07
18:00:00 – 19:00:00	52,92	13,39
19:00:00 – 20:00:00	56,7	13,92
20:00:00 – 21:00:00	56,66	19,93
Promedio	**55.69**	**17,02**

Tabla B.4: Velocidades promedio buses 12 metros, taxis, transporte escolar y camones livianos durante el día

hora	Bus 12 metros	Taxis	Transporte Escolar	Camión Liviano
08:00 – 09:00	15,42	20,89	23,04	
09:00 – 10:00	21,32	25,43	15,73	
10:00 – 11:00	18,67	26,4	11,64	
11:00 – 12:00	17,72	19,53	12,49	13,02
12:00 – 13:00	11,98	15,67	15,53	9,14
13:00 – 14:00	18,86	21,53	19,62	14,14
14:00 – 15:00	19,85	24,54	21,54	24,14
15:00 – 16:00	19,97	22,22	20,33	15,76
16:00 – 17:00	16,85	18,39	23,7	13,09
17:00 – 18:00	17,76	26,04	19,04	11,46
18:00 – 19:00	14,28	21,86	20,39	10,61
19:00 – 20:00	18,6	17,08	18,1	
20:00 – 21:00	17,78	21,03	20,22	
21:00 – 22:00		20,03		
22:00 – 23:00		23,12		
23:00 – 24:00		24,32		
24:00 – 00:00		25,28		
Promedio	**17,62**	**21,96**	**18,57**	**13,92**

C | Campaña medición composición (fotos)



Figura C.1: Zona de grabación de autopista-Vitacura



Figura C.2: Zona de grabación de autopista-Santiago Centro



Figura C.3: Zona de grabación de autopista-Maipú



Figura C.4: Zona de grabación de mixto-Vitacura

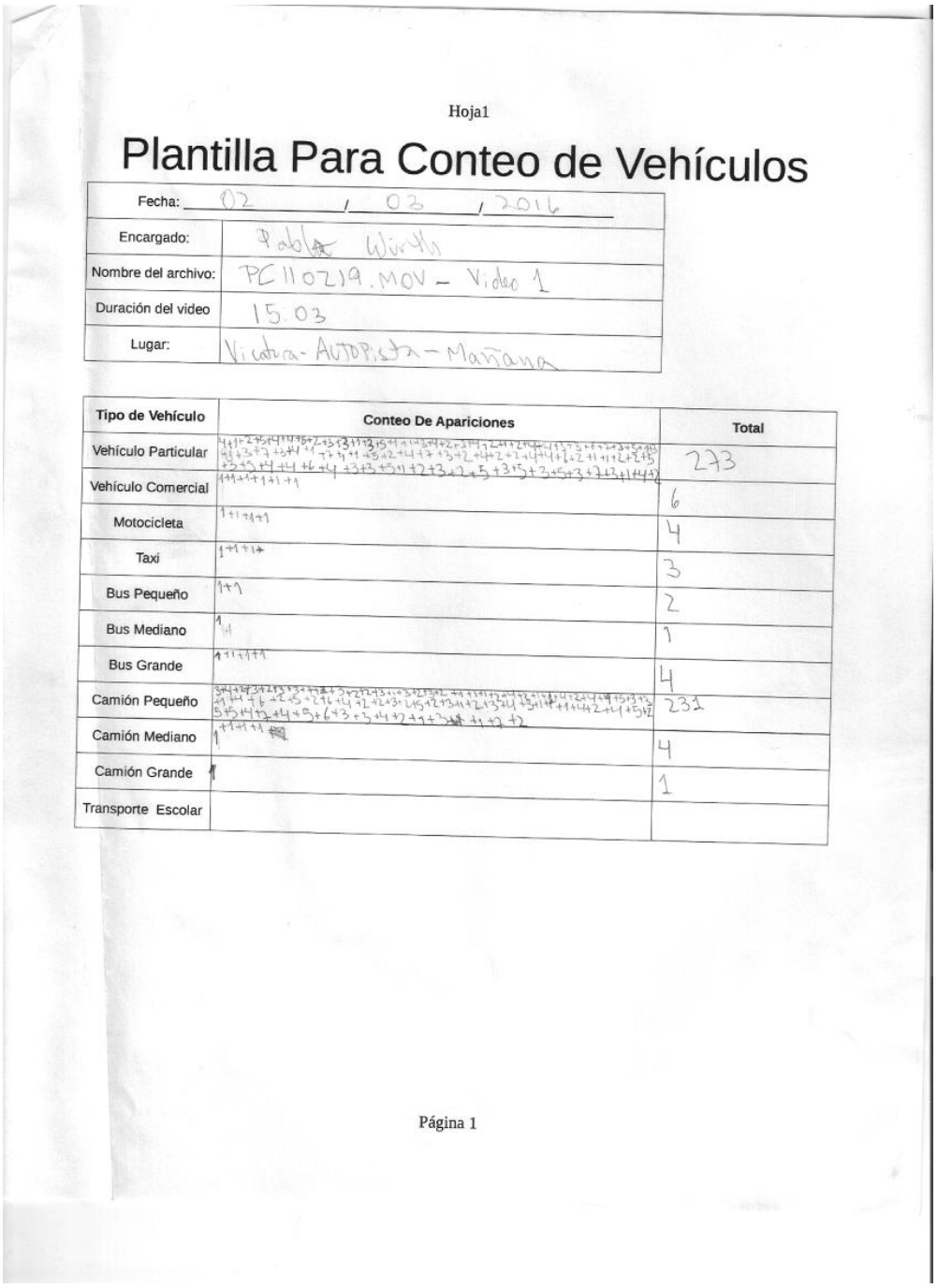


Figura C.5: Zona de grabación de mixto-Santiago Centro



Figura C.6: Zona de grabación de mixto-Maipú

D | Plantillas de conteo vehicular parte 1



Hoja1

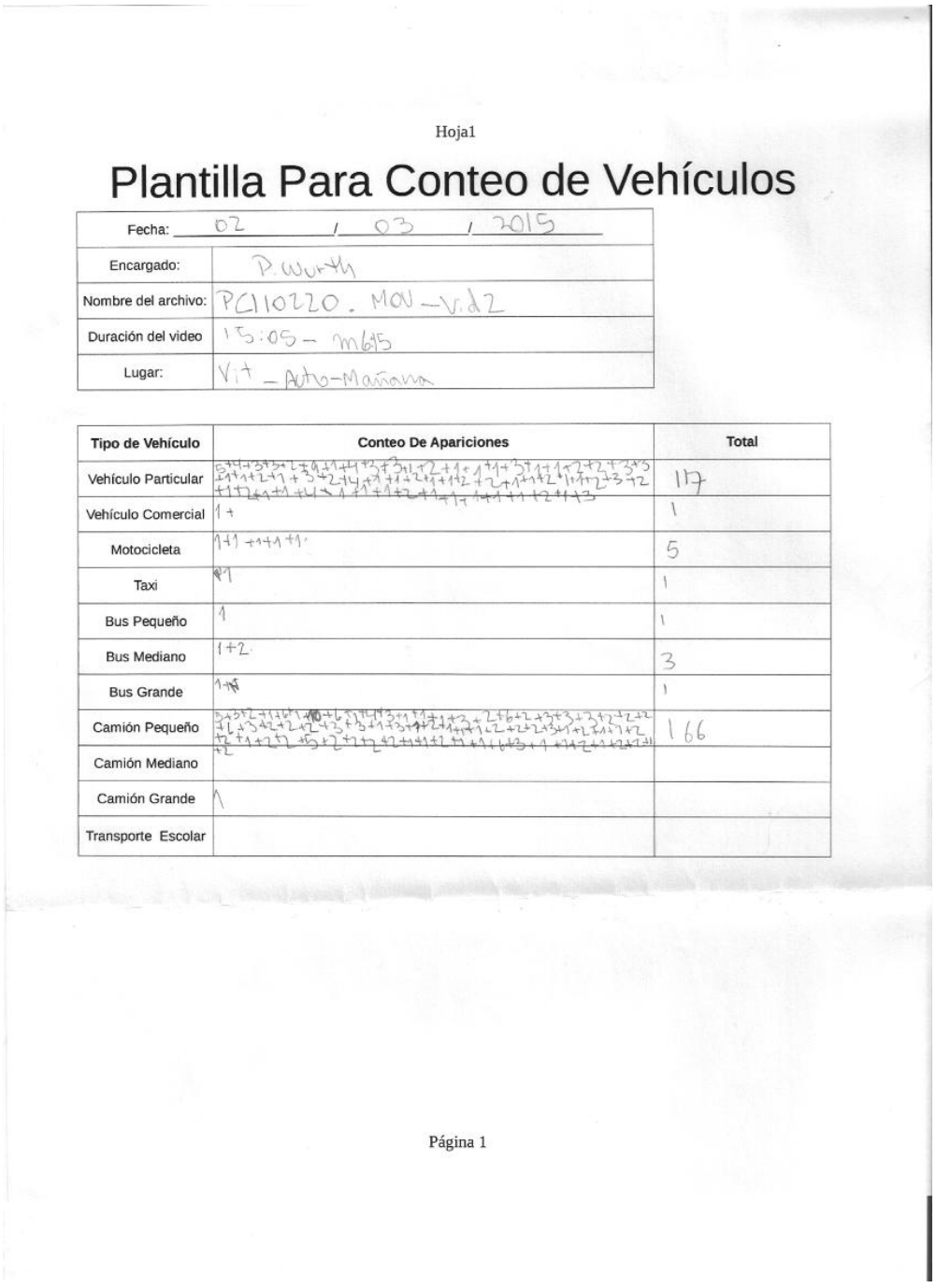
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2016
Encargado:	Pablo Wirth
Nombre del archivo:	PC110219.MOV – Video 1
Duración del video	15.03
Lugar:	Vicuña-Autopista-Mañana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		273
Vehículo Comercial		6
Motocicleta		4
Taxi		3
Bus Pequeño		2
Bus Mediano		1
Bus Grande		4
Camión Pequeño		231
Camión Mediano		4
Camión Grande		1
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.1: Plantilla de conteo 1



Hoja1

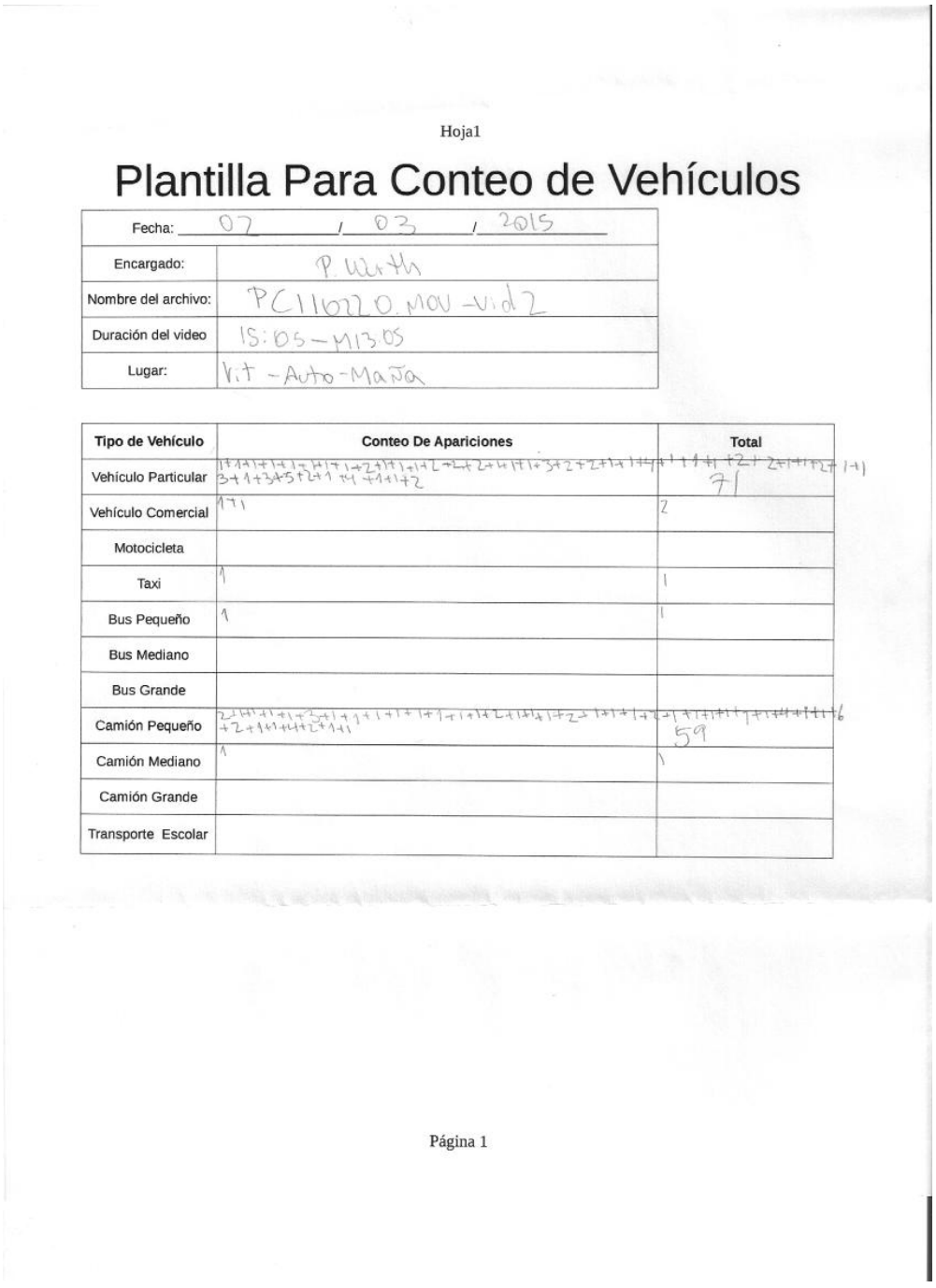
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC110220. MOV – Vid2
Duración del video	15:05 – min 15
Lugar:	Vit – Auto-Mañana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		117
Vehículo Comercial	1 +	1
Motocicleta	1+1 +1+1+1.	5
Taxi	1	1
Bus Pequeño	1	1
Bus Mediano	1+2.	3
Bus Grande	1	1
Camión Pequeño		166
Camión Mediano		
Camión Grande	1	
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.2: Plantilla de conteo 2



Hoja1

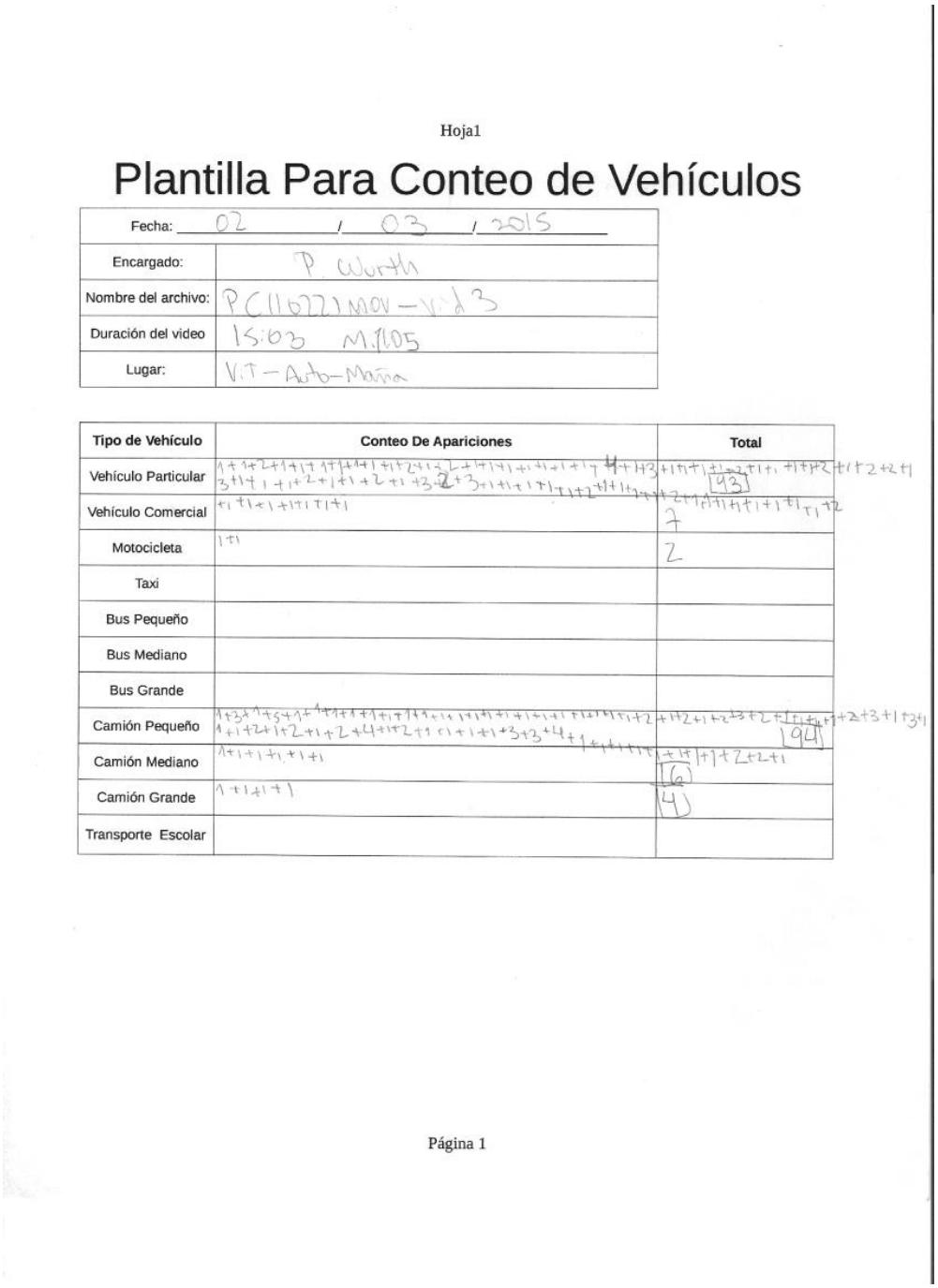
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 07 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	PC110720.MOV - vid 2
Duración del video	15:05 - M13:05
Lugar:	Vit - Auto - Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		71
Vehículo Comercial	1 1 1	2
Motocicleta		
Taxi	1	1
Bus Pequeño	1	1
Bus Mediano		
Bus Grande		
Camión Pequeño		59
Camión Mediano	1	1
Camión Grande		
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.3: Plantilla de conteo 3



Hoja1

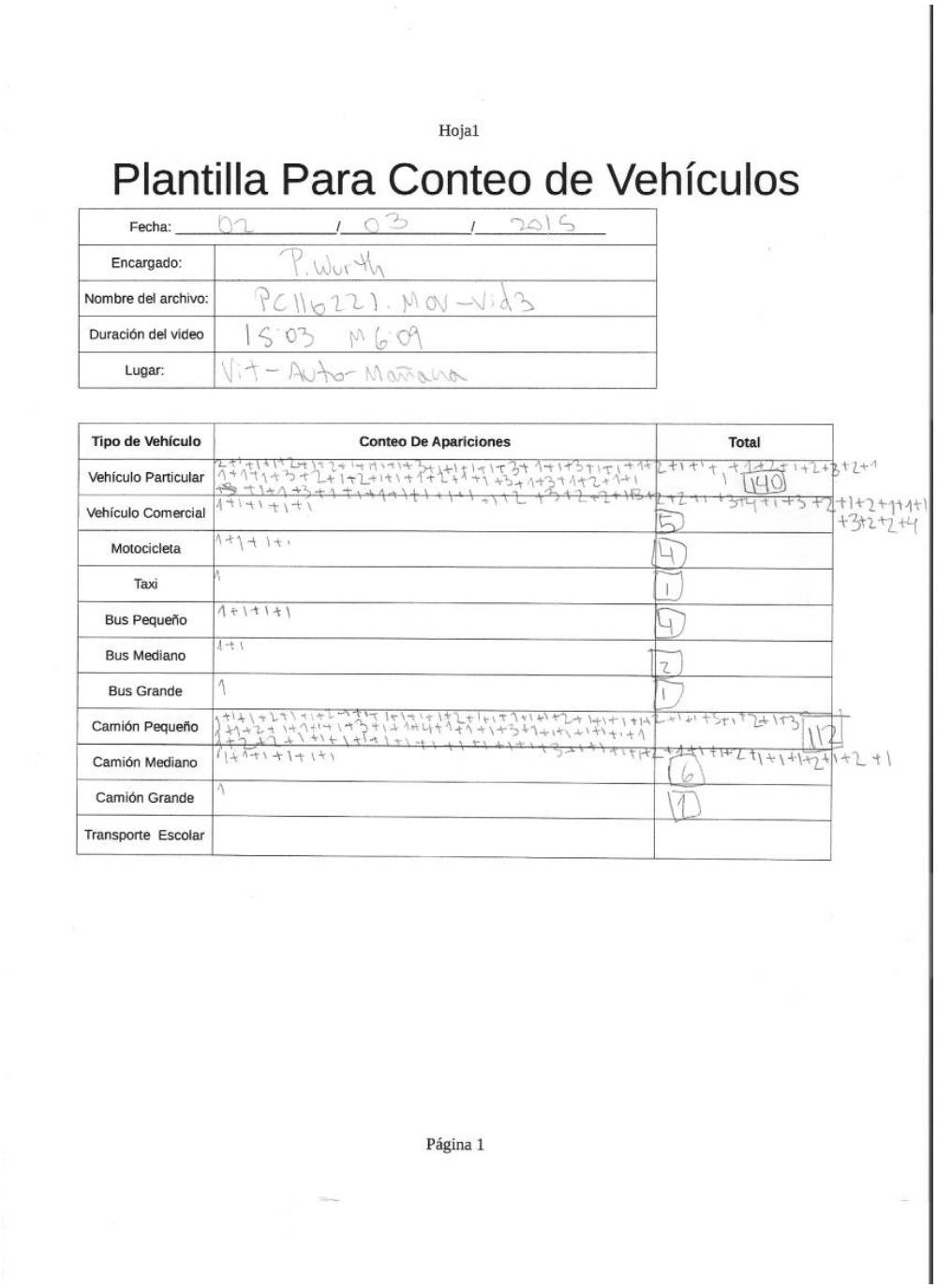
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	P(11022).MOV — V: 13
Duración del video	15:03 M:105
Lugar:	V.T — Auto-Mania

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		143
Vehículo Comercial		7
Motocicleta		2
Taxi		
Bus Pequeño		
Bus Mediano		
Bus Grande		
Camión Pequeño		194
Camión Mediano		6
Camión Grande		4
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.4: Plantilla de conteo 4



Hoja1

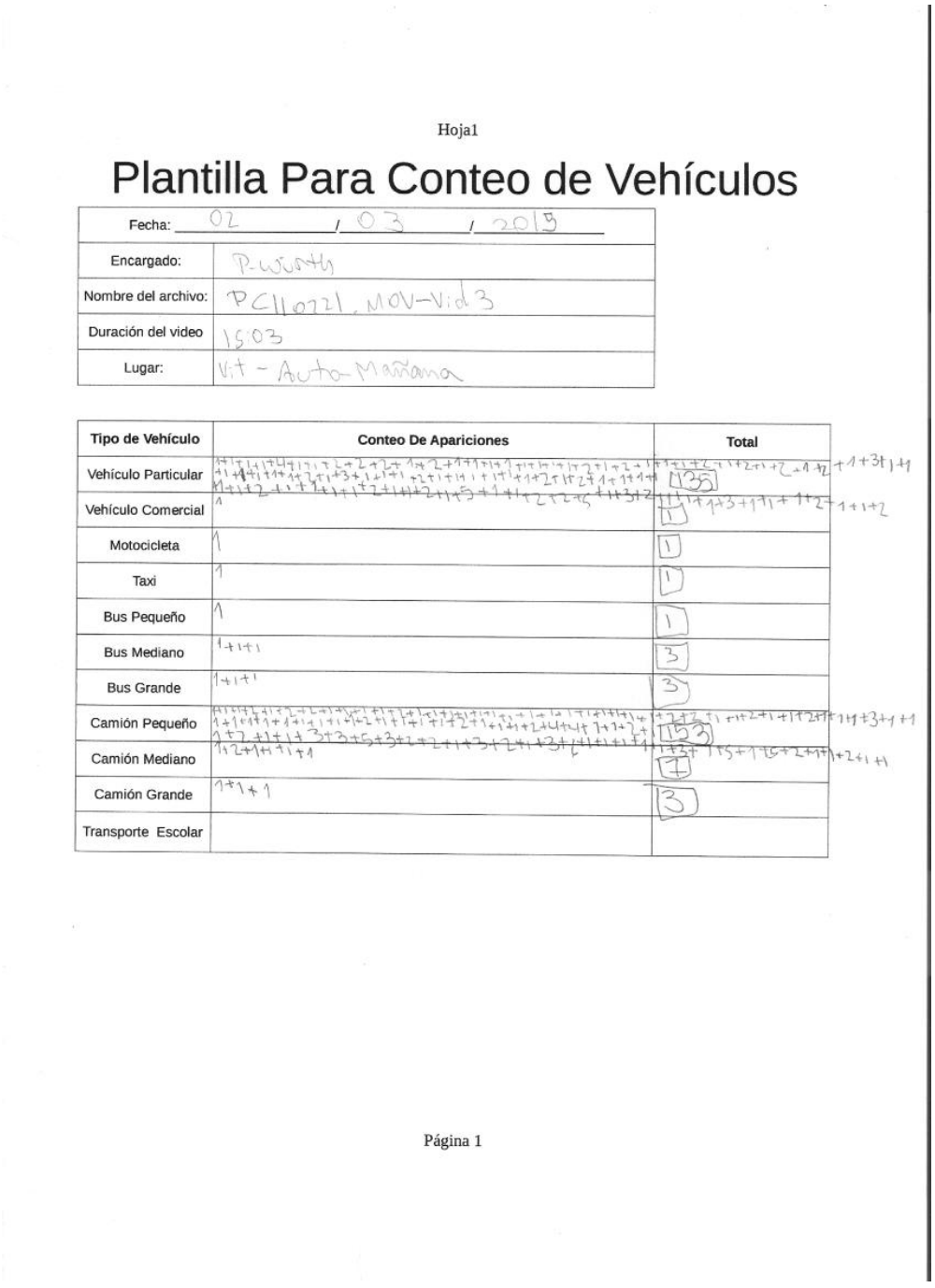
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC116221.MOV-Vid3
Duración del video	15:03 M6:09
Lugar:	Vit-Auto-Mañana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		140
Vehículo Comercial		5
Motocicleta		4
Taxi		1
Bus Pequeño		4
Bus Mediano		2
Bus Grande		1
Camión Pequeño		112
Camión Mediano		6
Camión Grande		1
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.5: Plantilla de conteo 5



Hoja1

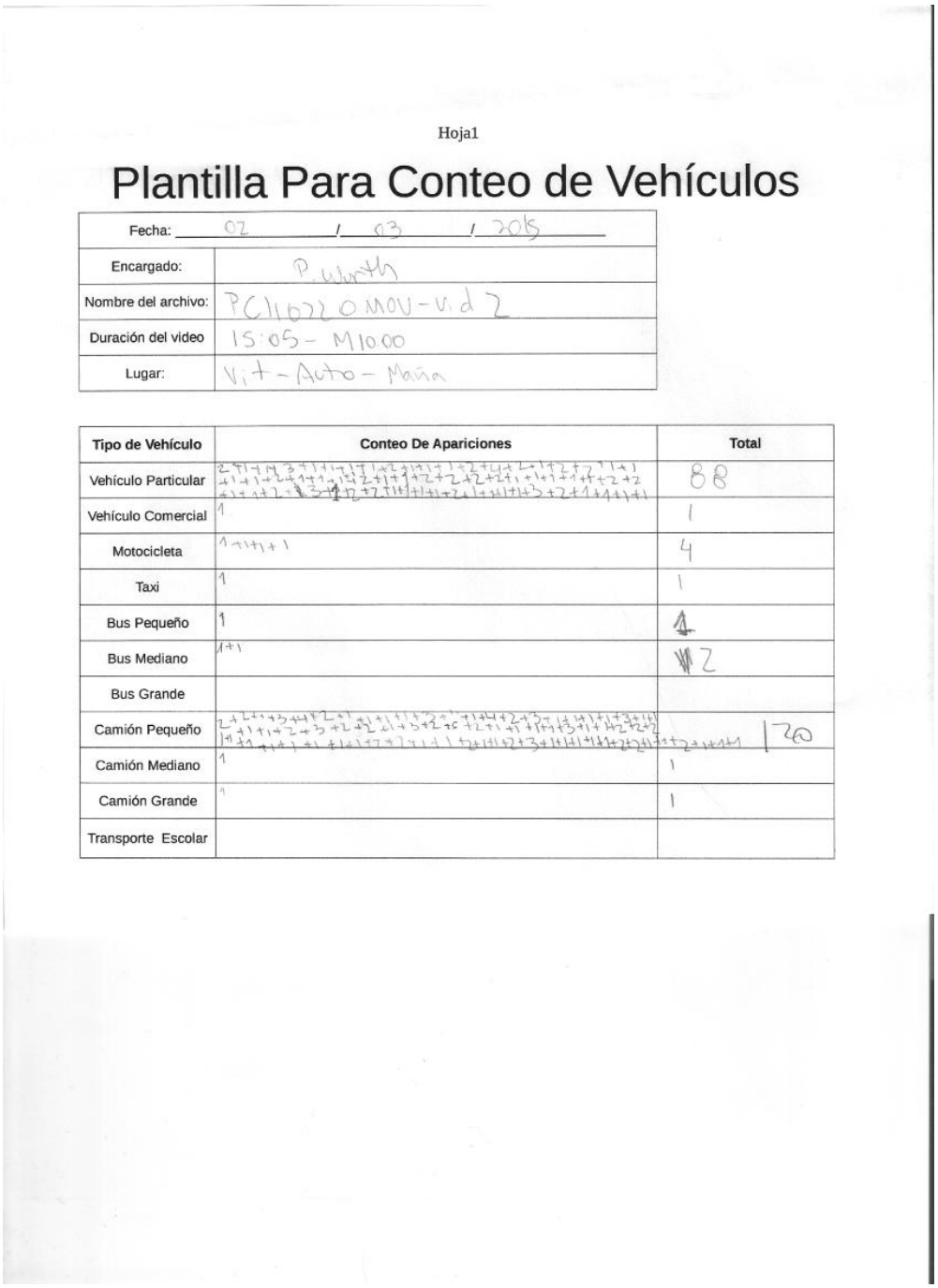
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2019
Encargado:	P. Wuth
Nombre del archivo:	PC110221.MOV-Vid 3
Duración del video	15:03
Lugar:	Vit - Auto-Mañana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		135
Vehículo Comercial		11
Motocicleta	1	1
Taxi	1	1
Bus Pequeño	1	1
Bus Mediano	1+1+1	3
Bus Grande	1+1+1	3
Camión Pequeño		123
Camión Mediano		7
Camión Grande	1+1+1	3
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.6: Plantilla de conteo 6



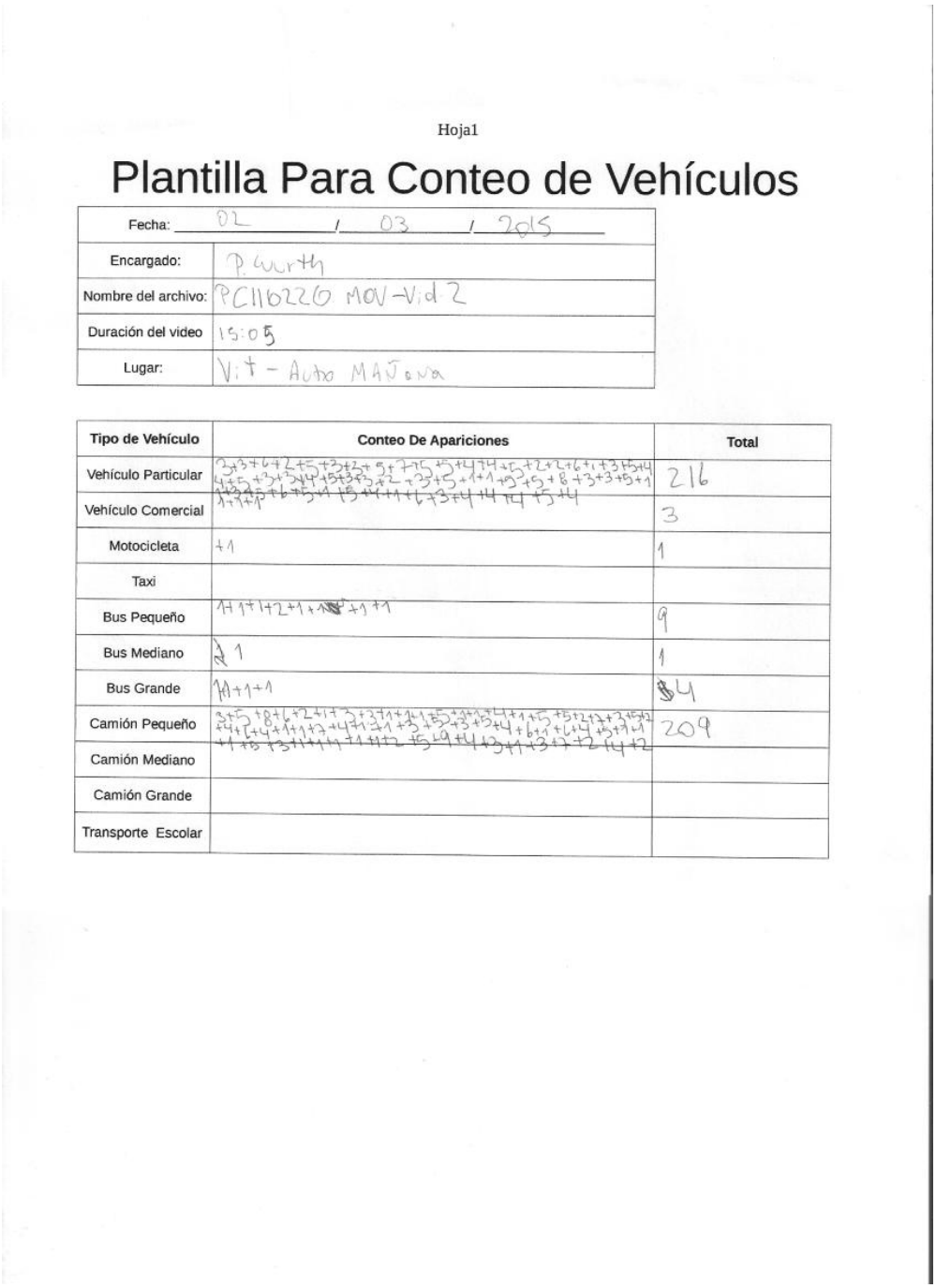
Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 02 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Ubarth
Nombre del archivo:	PC110220 MOV-Vid 2
Duración del video	15:05 - M10.00
Lugar:	Vit - Auto - Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		88
Vehículo Comercial	1	1
Motocicleta	1+1+1+1	4
Taxi	1	1
Bus Pequeño	1	1
Bus Mediano	1+1	2
Bus Grande		
Camión Pequeño		120
Camión Mediano	1	1
Camión Grande	1	1
Transporte Escolar		

Figura D.7: Plantilla de conteo 7



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2015
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	PC110220 MOV-Vid 2
Duración del video	15:05
Lugar:	Vit - Auto MAÑana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		216
Vehículo Comercial		3
Motocicleta	+1	1
Taxi		
Bus Pequeño		9
Bus Mediano	1	1
Bus Grande		54
Camión Pequeño		209
Camión Mediano		
Camión Grande		
Transporte Escolar		

Figura D.8: Plantilla de conteo 8

Hoja1

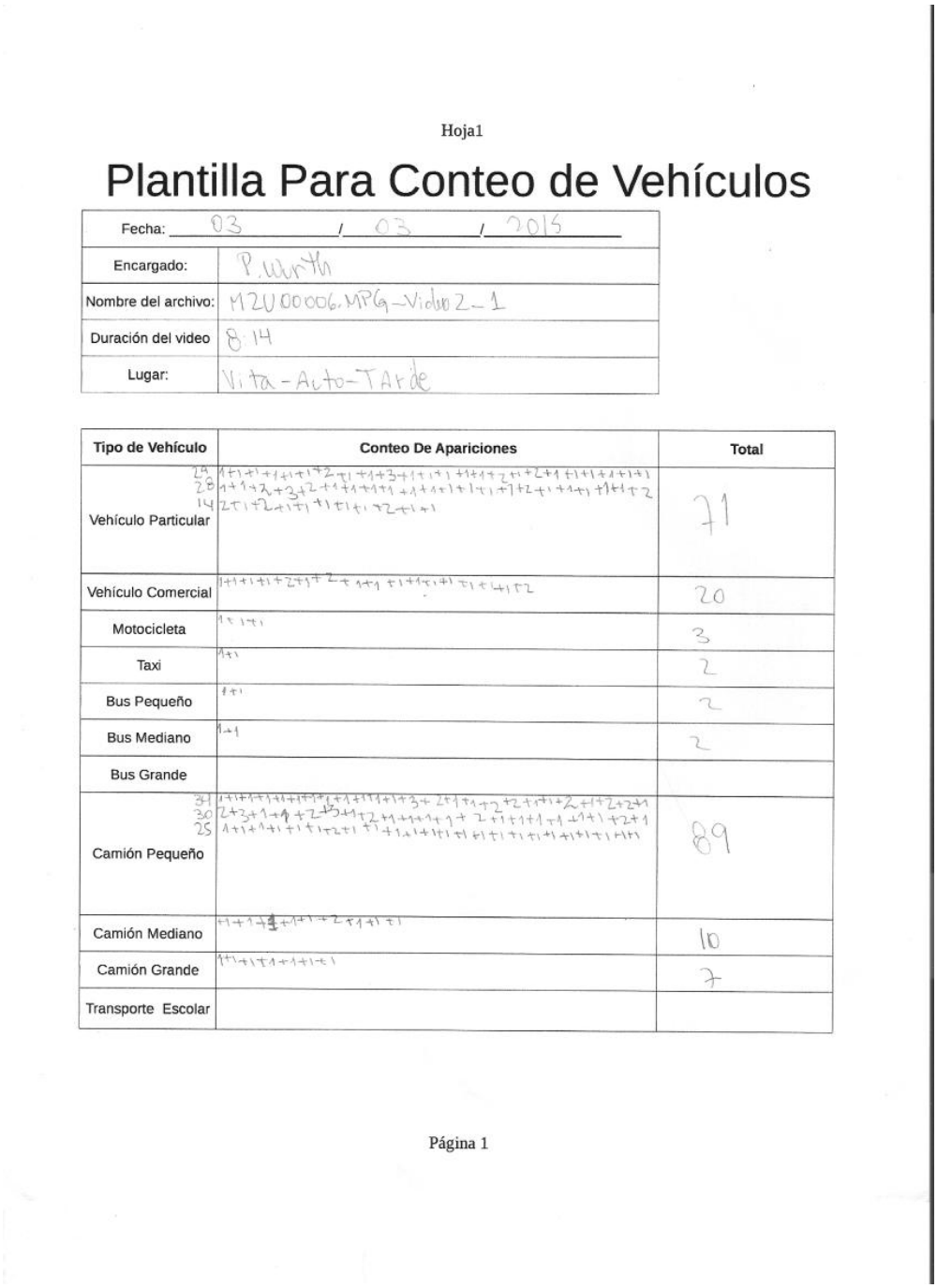
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 04 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	M2U00007.MPG_Video2_2
Duración del video	6:00
Lugar:	Vita – Autopista – Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		70
Vehículo Comercial		13
Motocicleta		5
Taxi		2
Bus Pequeño		2
Bus Mediano		
Bus Grande		
Camión Pequeño		67
Camión Mediano		16
Camión Grande		4
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.9: Plantilla de conteo 9



Hoja1

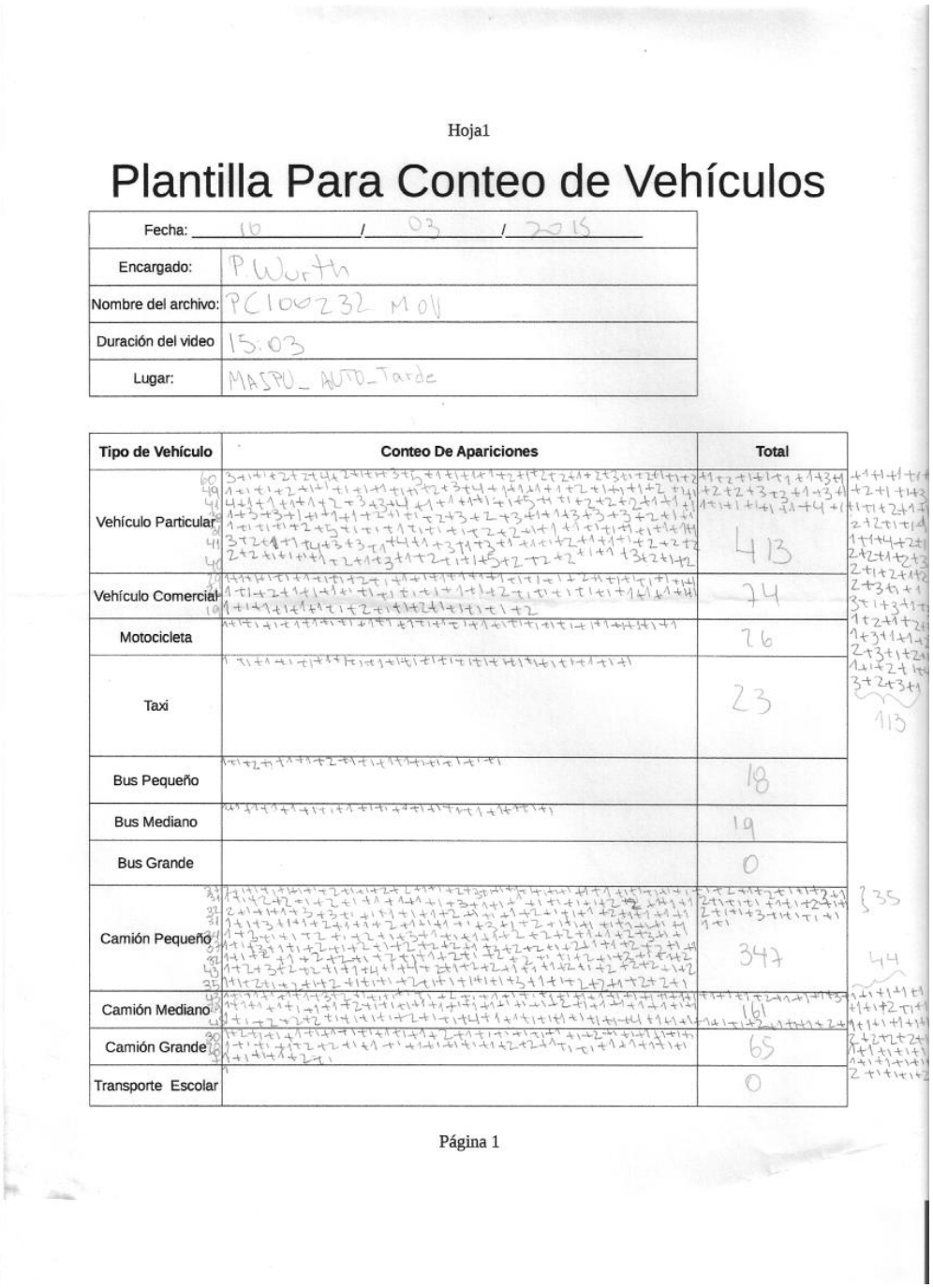
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	03 / 03 / 2015
Encargado:	P. Ubilla
Nombre del archivo:	M2U00006.MPG - Video 2 - 1
Duración del video	8:14
Lugar:	Vita - Acto - TArde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular	24 28 14	71
Vehículo Comercial		20
Motocicleta		3
Taxi		2
Bus Pequeño		2
Bus Mediano		2
Bus Grande		
Camión Pequeño	31 30 25	89
Camión Mediano		10
Camión Grande		7
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.10: Plantilla de conteo 10



Hoja1

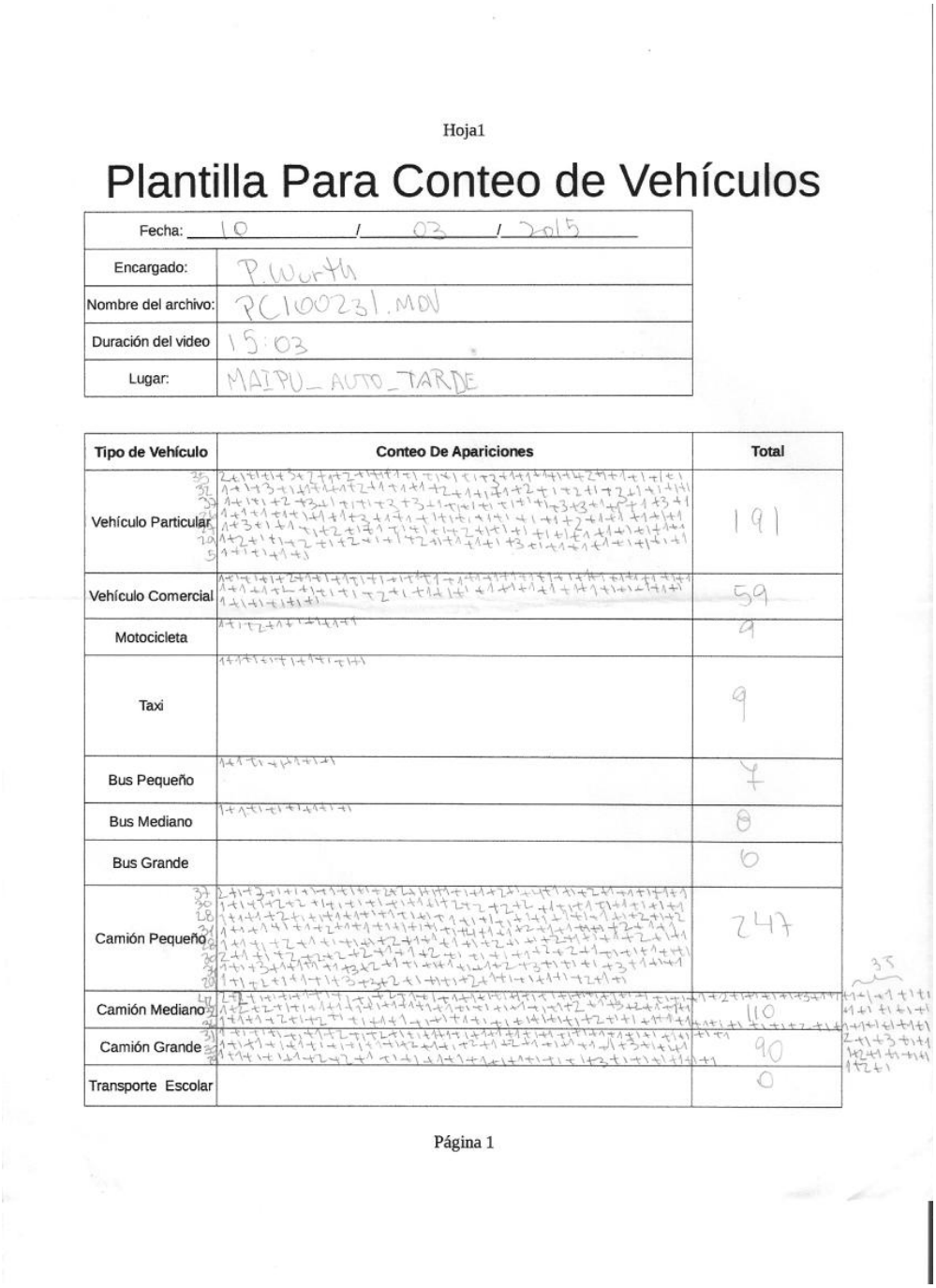
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	10 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100232 MOV
Duración del video	15:03
Lugar:	MAIPU_ AUTO_Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		413
Vehículo Comercial		74
Motocicleta		76
Taxi		23
Bus Pequeño		18
Bus Mediano		19
Bus Grande		0
Camión Pequeño		347
Camión Mediano		161
Camión Grande		65
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura D.11: Plantilla de conteo 11



Hoja1

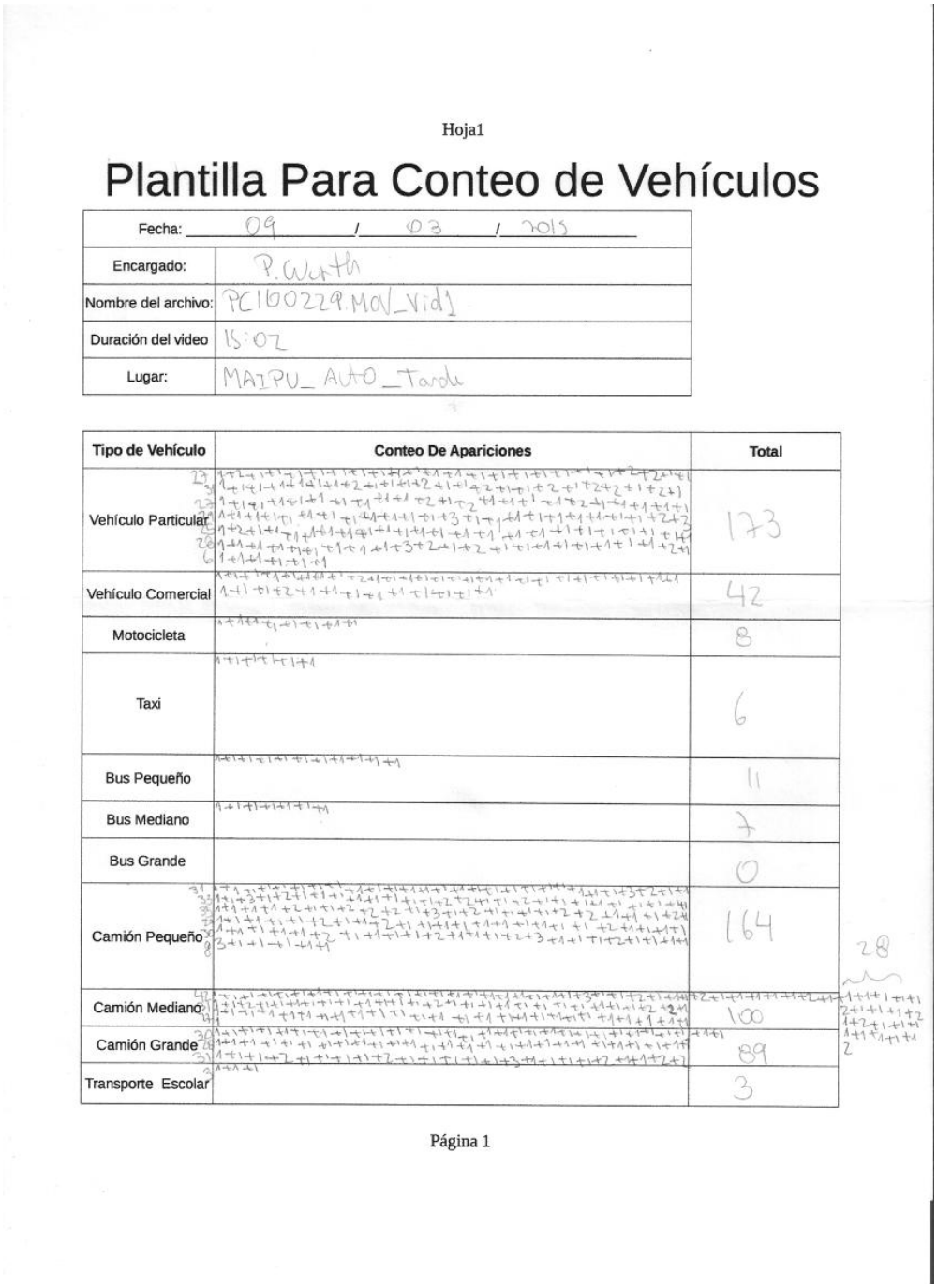
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 10 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100231.MOV
Duración del video	15:03
Lugar:	MAIPU_AUTO_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		191
Vehículo Comercial		59
Motocicleta		9
Taxi		9
Bus Pequeño		7
Bus Mediano		8
Bus Grande		6
Camión Pequeño		247
Camión Mediano		110
Camión Grande		90
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura D.12: Plantilla de conteo 12



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

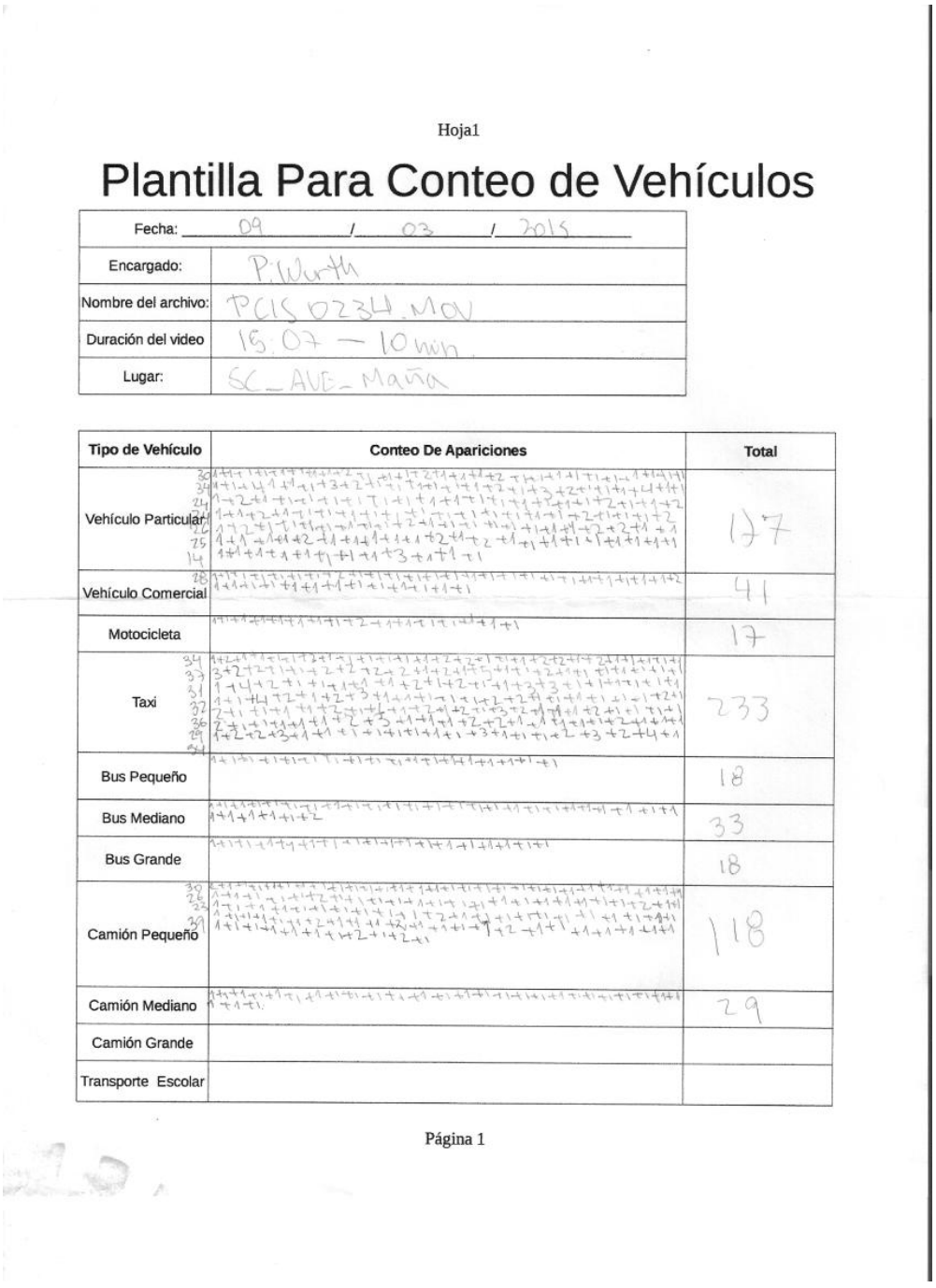
Fecha:	09 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC160229.MOV_Vid1
Duración del video	15:02
Lugar:	MAIPU_ AUTO _Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		173
Vehículo Comercial		42
Motocicleta		8
Taxi		6
Bus Pequeño		11
Bus Mediano		7
Bus Grande		0
Camión Pequeño		164
Camión Mediano		100
Camión Grande		89
Transporte Escolar		3

28

Página 1

Figura D.13: Plantilla de conteo 13



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	09 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PCIS0234.MOV
Duración del video	16.07 — 10min.
Lugar:	SC_AVE_Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		177
Vehículo Comercial		41
Motocicleta		17
Taxi		233
Bus Pequeño		18
Bus Mediano		33
Bus Grande		18
Camión Pequeño		118
Camión Mediano		29
Camión Grande		
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.14: Plantilla de conteo 14

Hoja1

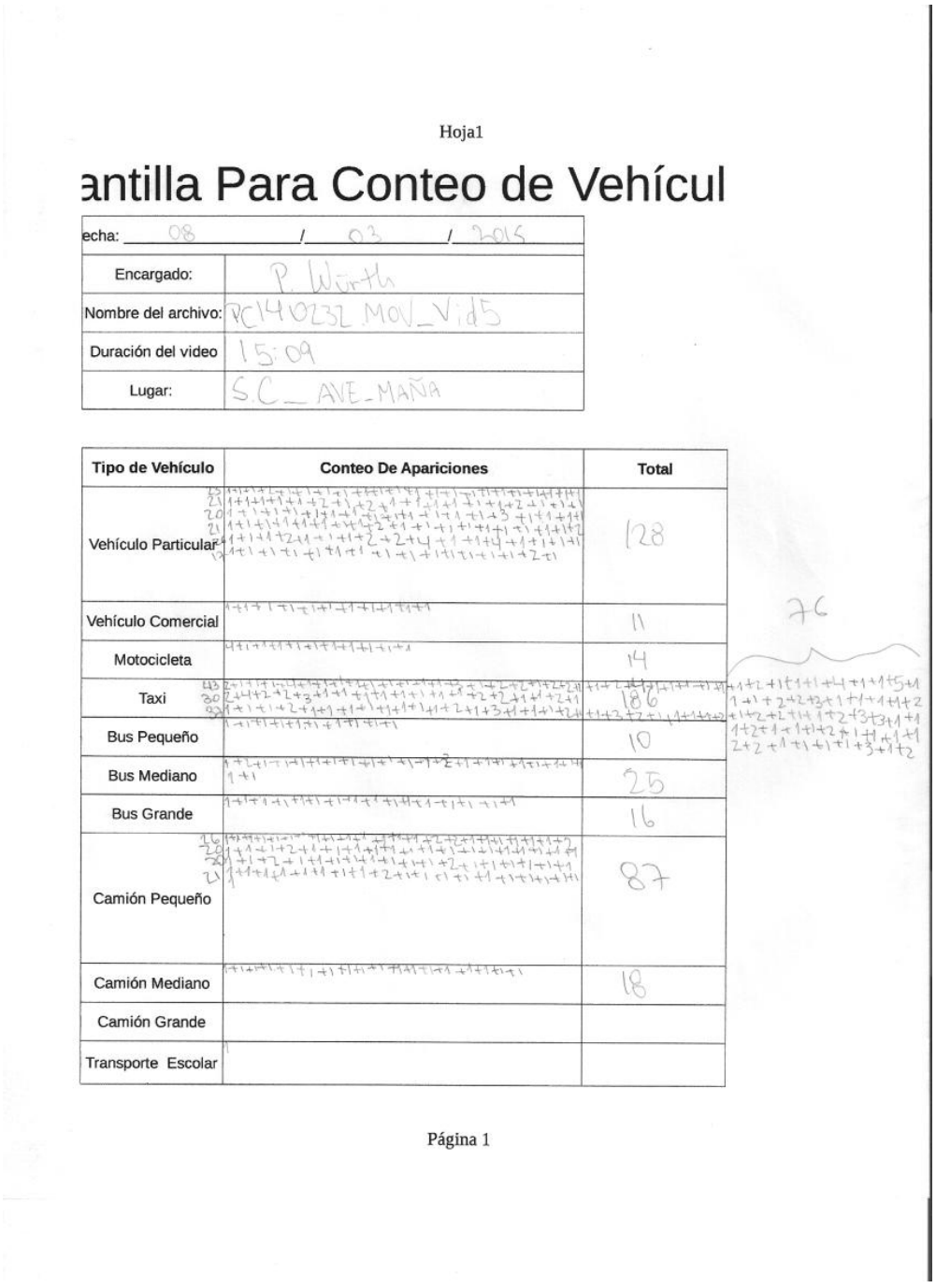
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	09 / 03 / 2015
Encargado:	P. Worth
Nombre del archivo:	PC150233.MOV_Vid6
Duración del video	15:02
Lugar:	SC_AVE_Matta

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		130
Vehículo Comercial		22
Motocicleta		14
Taxi		143
Bus Pequeño		18
Bus Mediano		20
Bus Grande		22
Camión Pequeño		100
Camión Mediano		32
Camión Grande		0
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.15: Plantilla de conteo 15



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

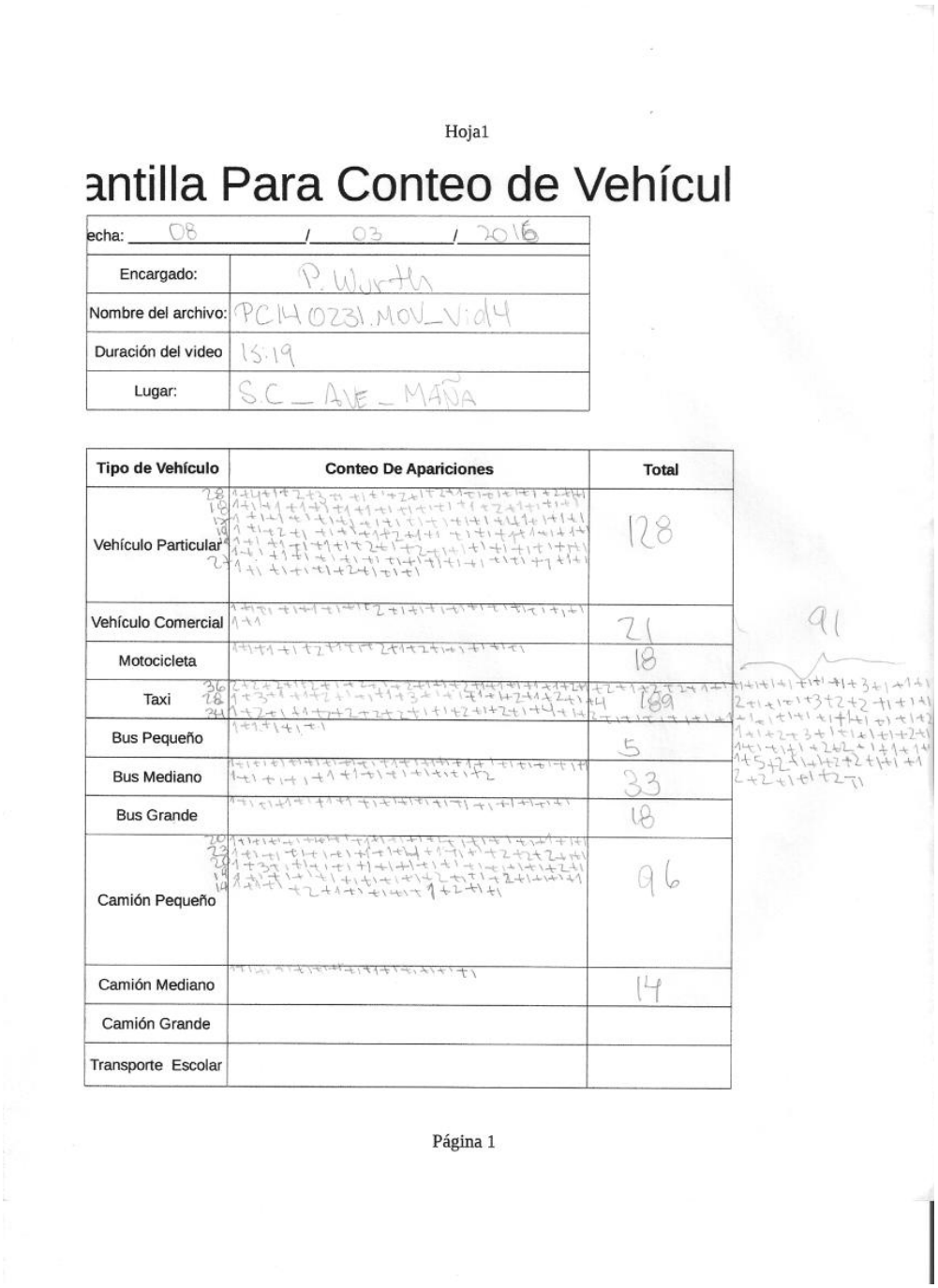
echa: 08 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	PC140232.MOV_Vid5
Duración del video	15:09
Lugar:	S.C_AVE_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		128
Vehículo Comercial		11
Motocicleta		14
Taxi		186
Bus Pequeño		10
Bus Mediano		25
Bus Grande		16
Camión Pequeño		87
Camión Mediano		18
Camión Grande		
Transporte Escolar		

76

Página 1

Figura D.16: Plantilla de conteo 16



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

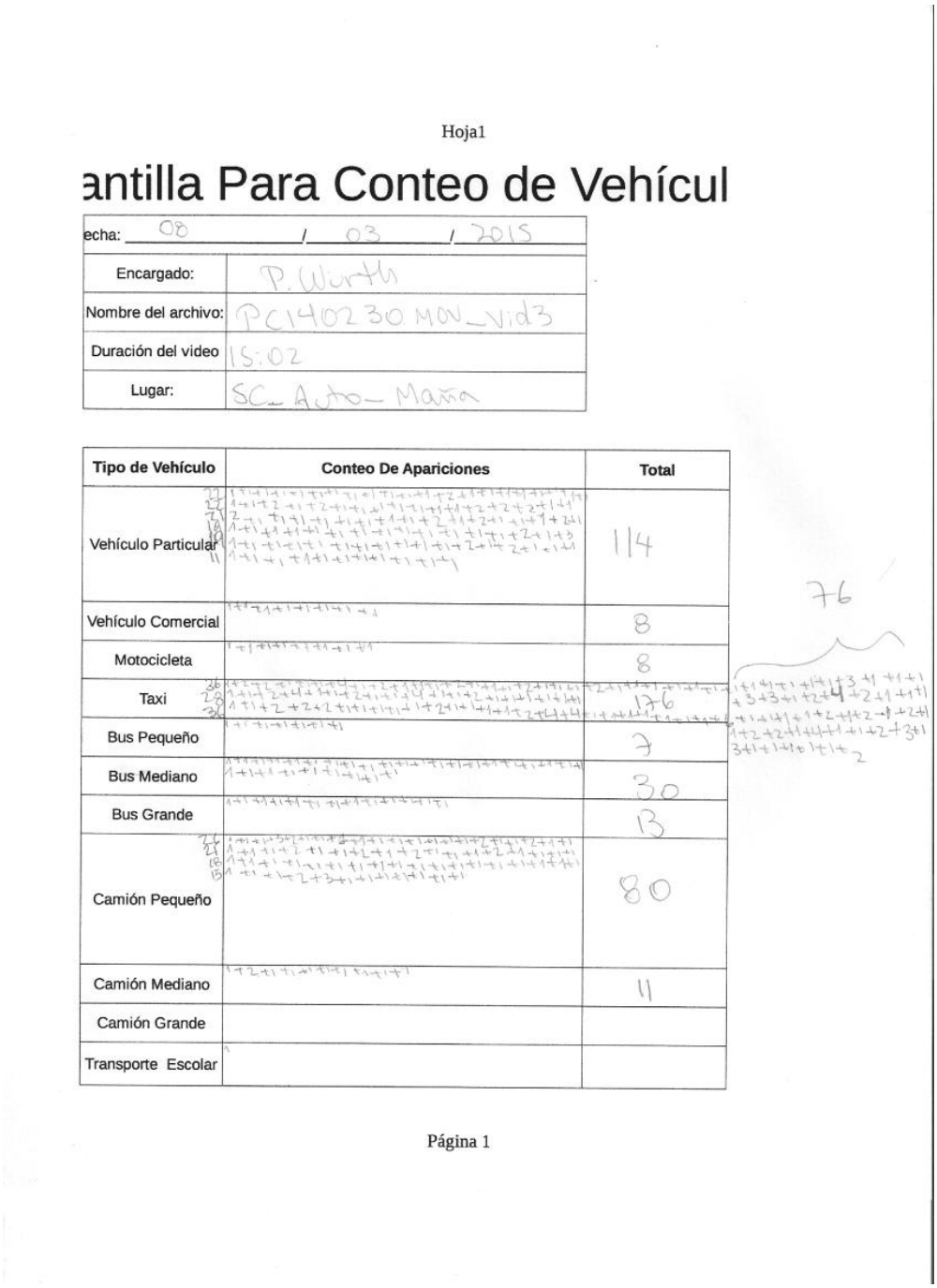
echa: 08 / 03 / 2016	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC140231.MOV_Vid4
Duración del video	15:19
Lugar:	SC_AVE_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		128
Vehículo Comercial		21
Motocicleta		18
Taxi		189
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		33
Bus Grande		18
Camión Pequeño		96
Camión Mediano		14
Camión Grande		
Transporte Escolar		

91

Página 1

Figura D.17: Plantilla de conteo 17



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

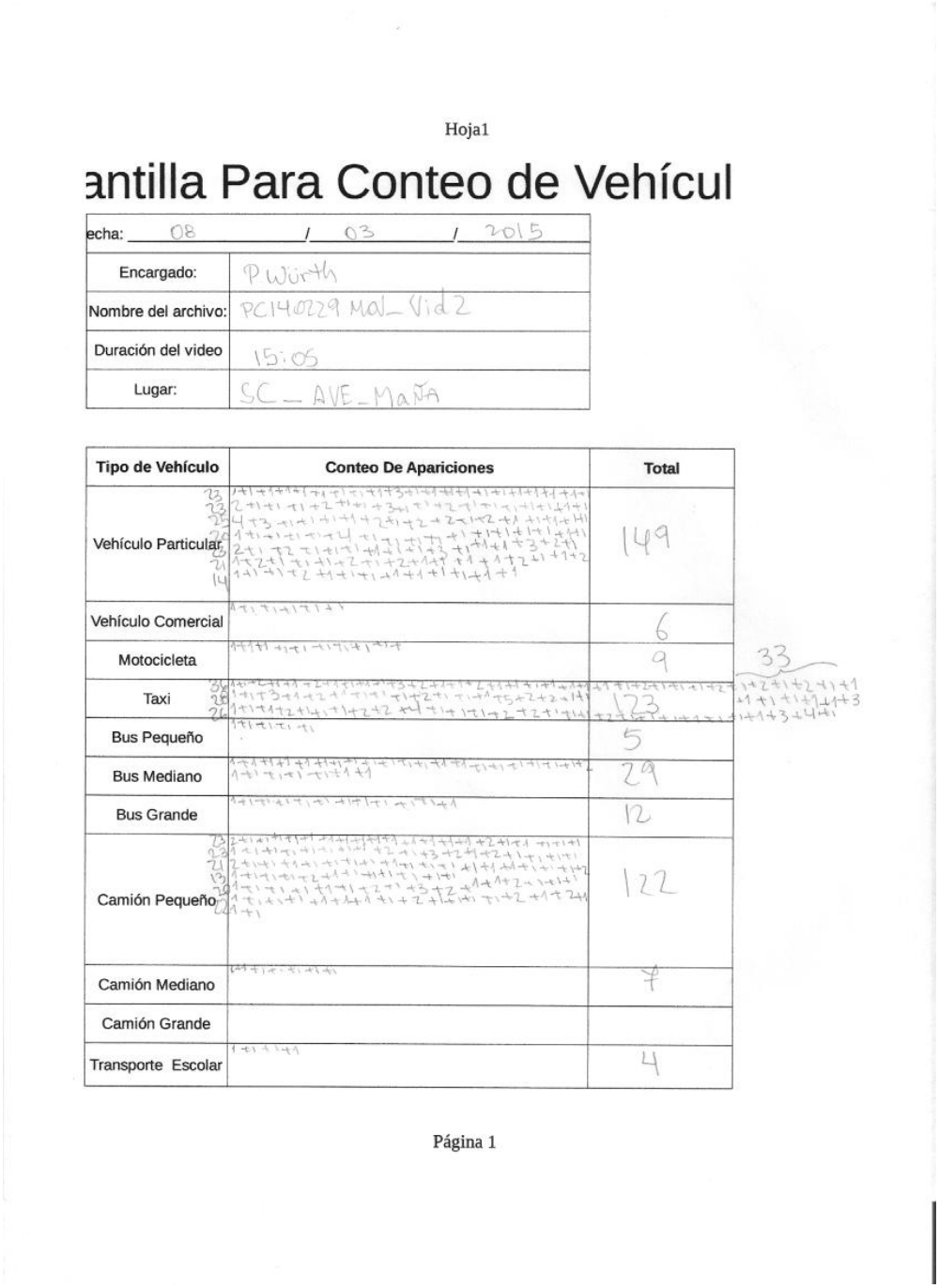
echa: 08 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	PC140230 MON_vid3
Duración del video	15:02
Lugar:	SC_Auto_Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		114
Vehículo Comercial		8
Motocicleta		8
Taxi		176
Bus Pequeño		7
Bus Mediano		30
Bus Grande		13
Camión Pequeño		80
Camión Mediano		11
Camión Grande		
Transporte Escolar		

76

Página 1

Figura D.18: Plantilla de conteo 18



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

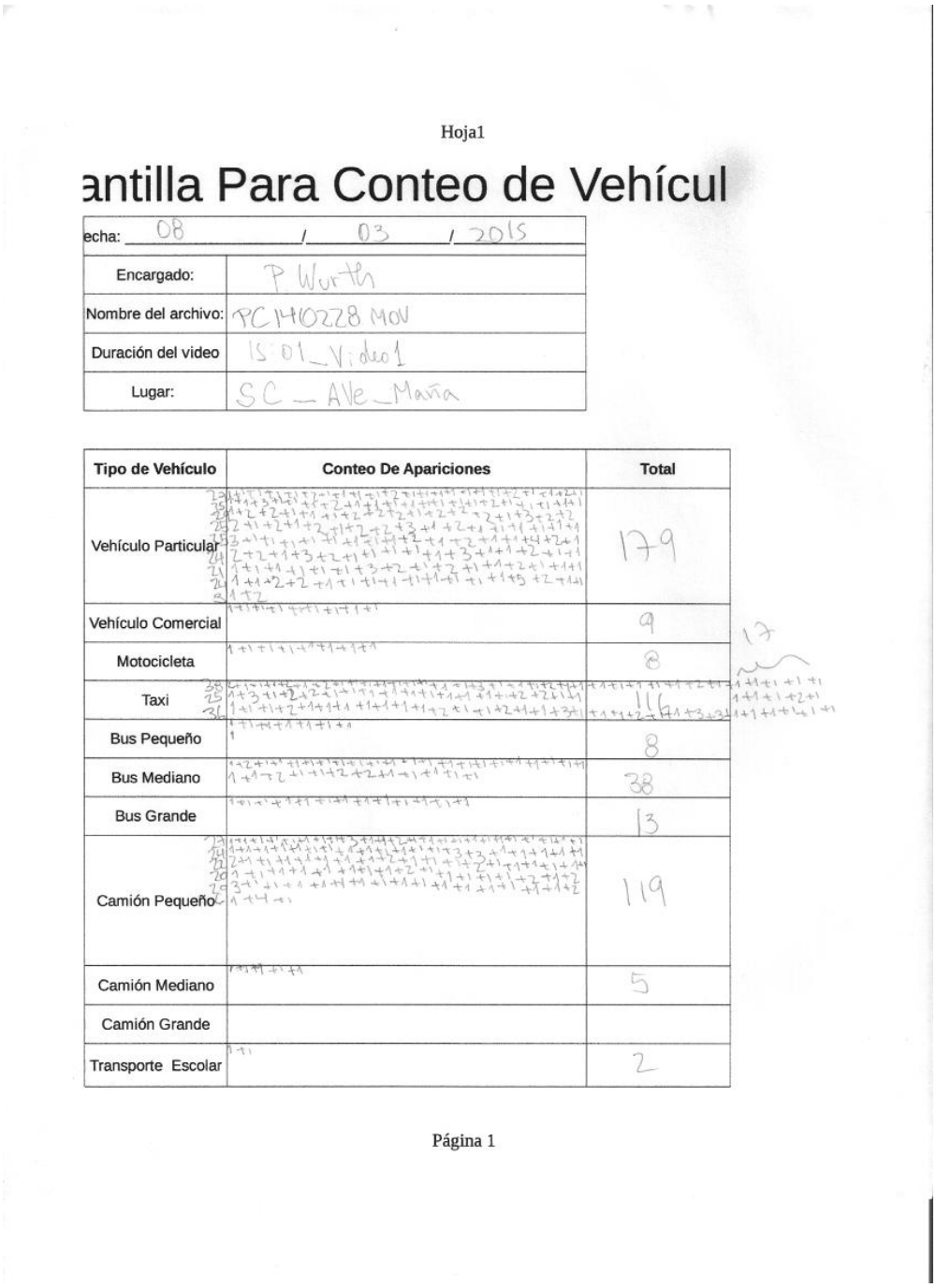
echa: 08 / 03 / 2015	
Encargado:	P Würth
Nombre del archivo:	PC140229 Mal_Vid 2
Duración del video	15:05
Lugar:	SC_AVE_MaÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		149
Vehículo Comercial		6
Motocicleta		9
Taxi		173
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		29
Bus Grande		12
Camión Pequeño		122
Camión Mediano		7
Camión Grande		
Transporte Escolar		4

33

Página 1

Figura D.19: Plantilla de conteo 19



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

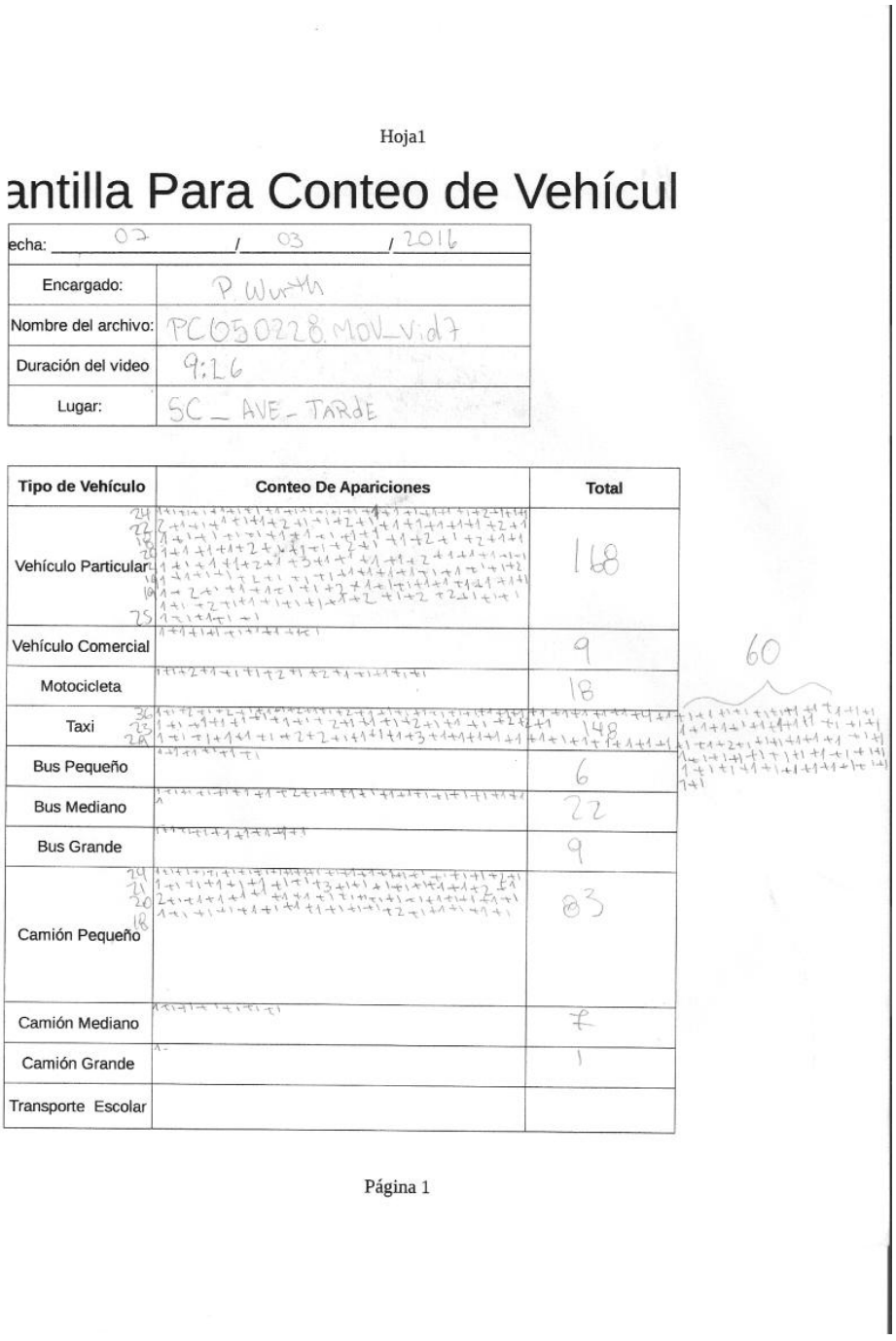
echa: 08 / 03 / 2015	
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	PC1410228 MOV
Duración del video	15 01_Video1
Lugar:	SC_Ave_Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		179
Vehículo Comercial		9
Motocicleta		8
Taxi		116
Bus Pequeño		8
Bus Mediano		38
Bus Grande		13
Camión Pequeño		119
Camión Mediano		5
Camión Grande		
Transporte Escolar		2

17

Página 1

Figura D.20: Plantilla de conteo 20



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

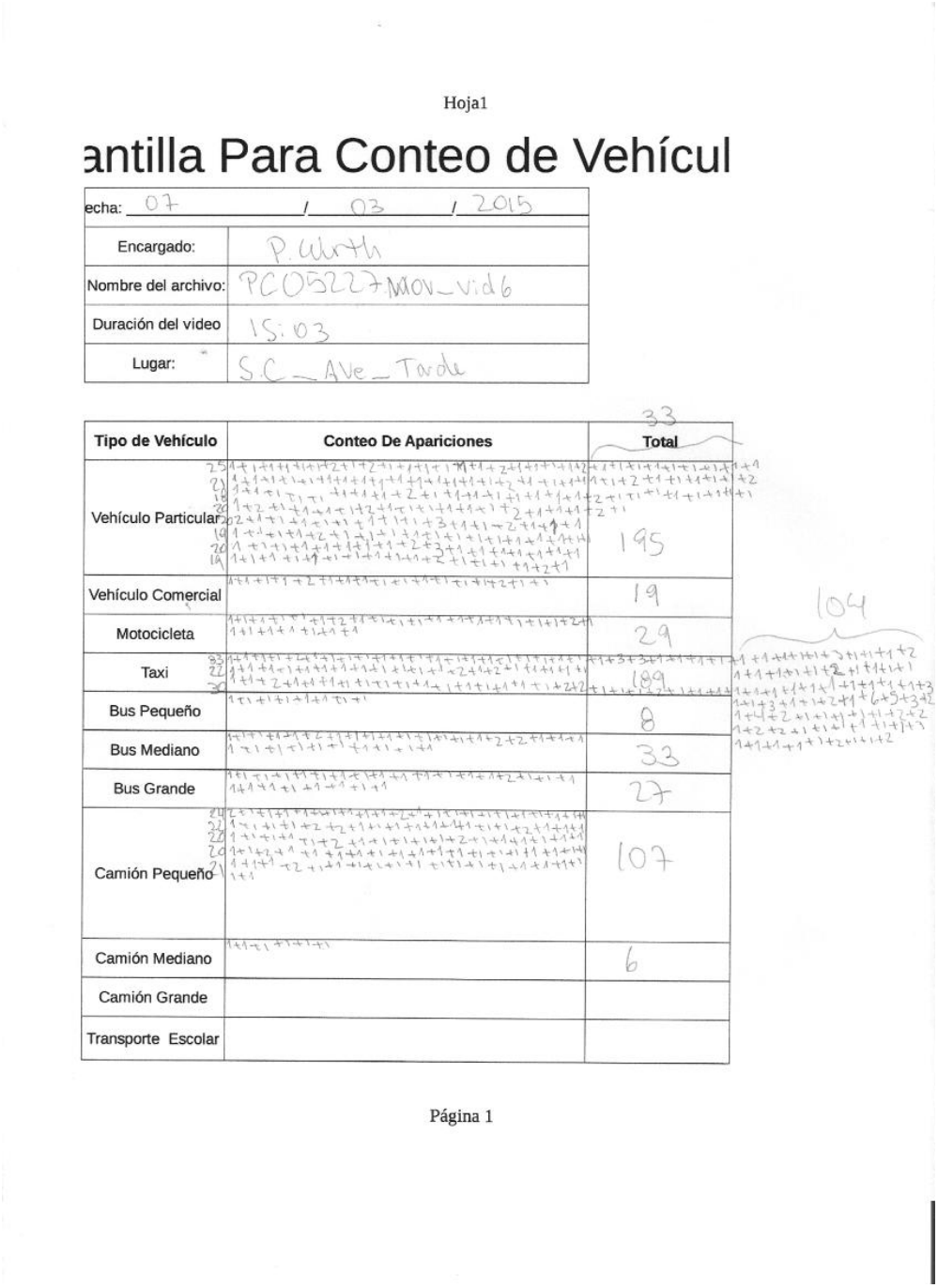
echa: 07 / 03 / 2016	
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	PC050228.MOV_Vid7
Duración del video	9:26
Lugar:	SC_AVE-TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		168
Vehículo Comercial		9
Motocicleta		18
Taxi		148
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		22
Bus Grande		9
Camión Pequeño		83
Camión Mediano		7
Camión Grande		1
Transporte Escolar		

60

Página 1

Figura D.21: Plantilla de conteo 21



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 07 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	PC05227.MOV_vid6
Duración del video	15:03
Lugar:	S.C_Ave_Tarde

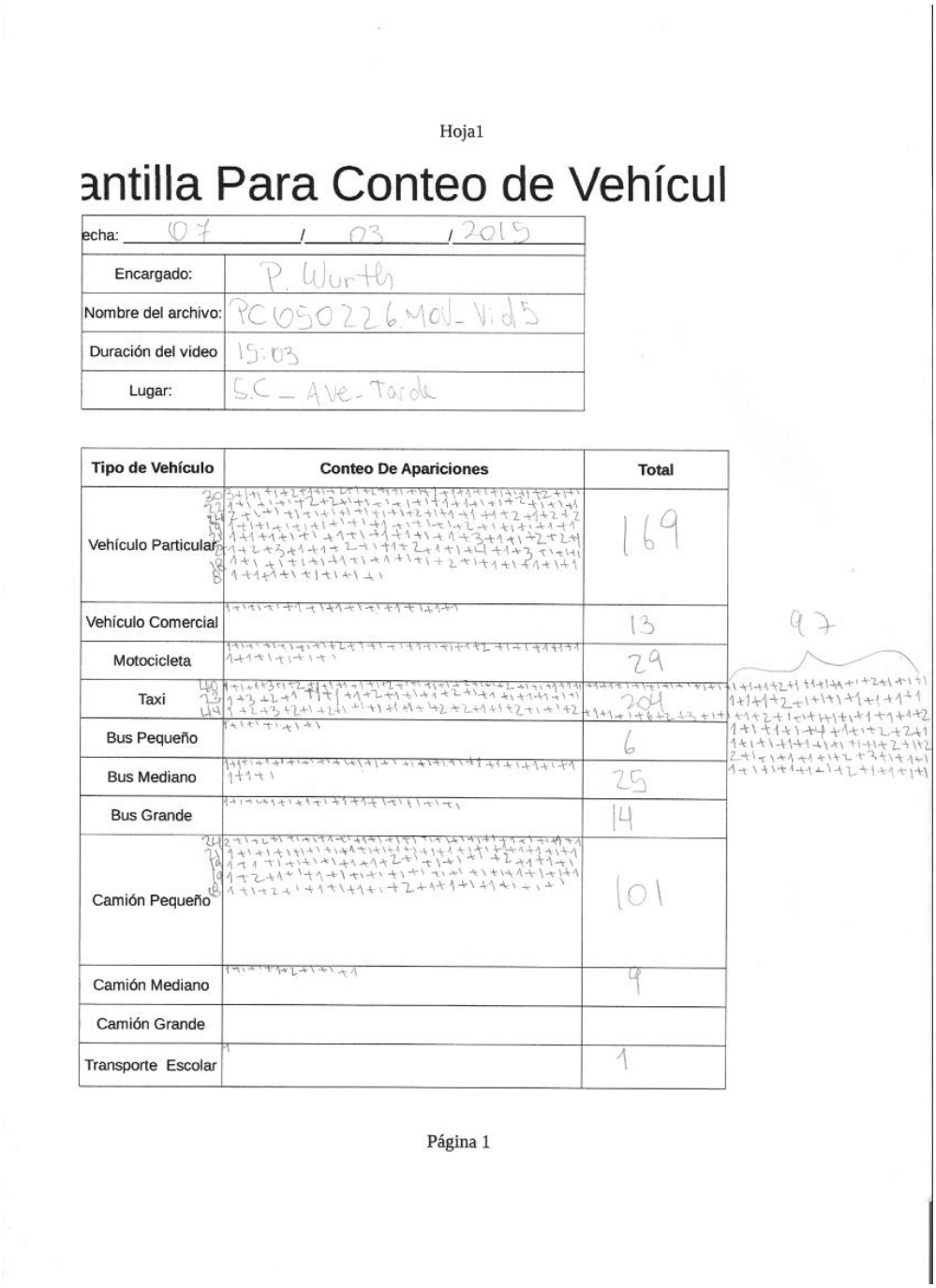
Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		195
Vehículo Comercial		19
Motocicleta		29
Taxi		199
Bus Pequeño		8
Bus Mediano		33
Bus Grande		27
Camión Pequeño		107
Camión Mediano		6
Camión Grande		
Transporte Escolar		

33

104

Página 1

Figura D.22: Plantilla de conteo 22



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

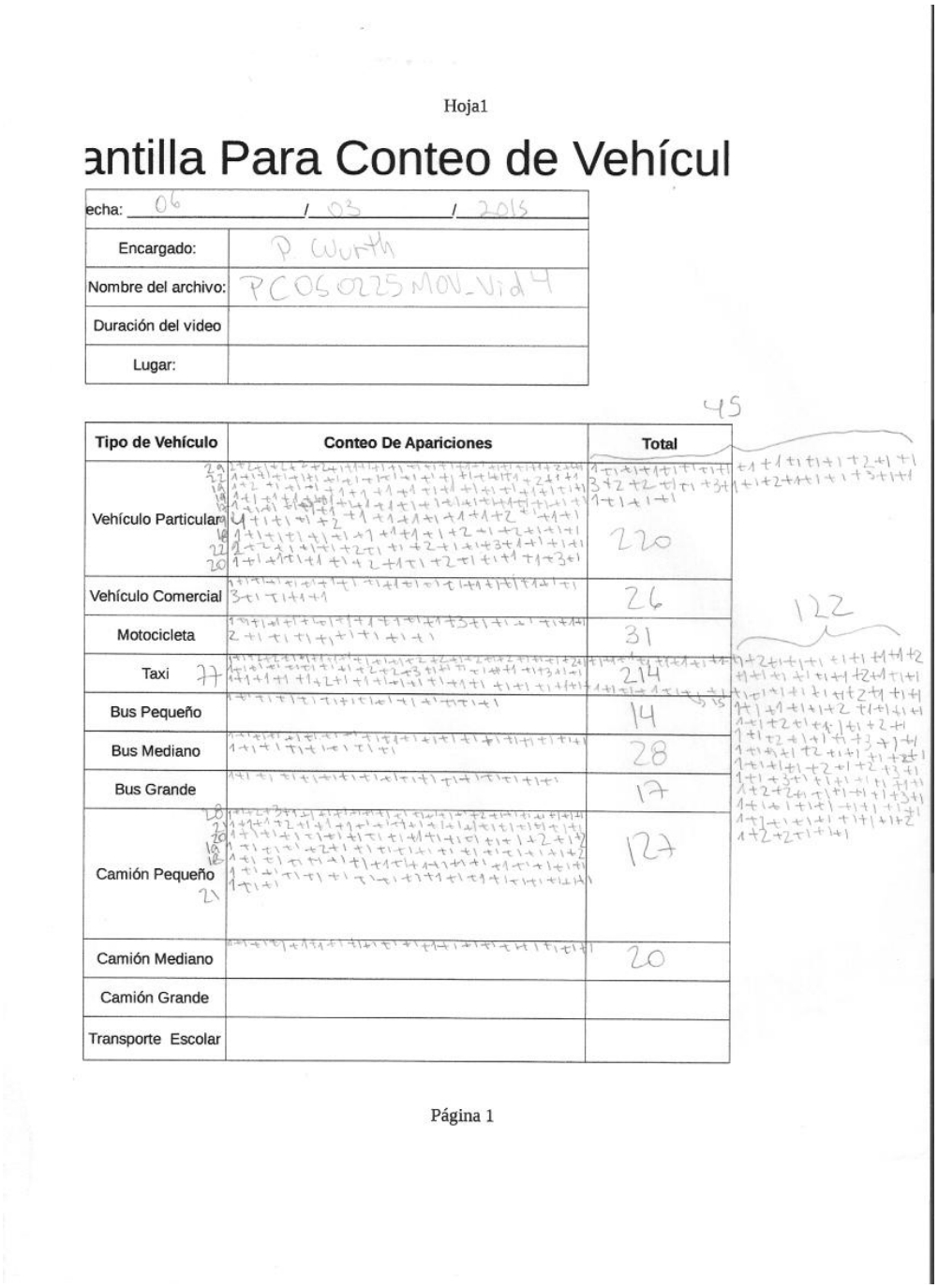
echa: 07 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC050226.MOV_Vid5
Duración del video	15:03
Lugar:	S.C _ Ave. Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		169
Vehículo Comercial		13
Motocicleta		29
Taxi		204
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		25
Bus Grande		14
Camión Pequeño		101
Camión Mediano		9
Camión Grande		
Transporte Escolar		1

97

Página 1

Figura D.23: Plantilla de conteo 23



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 06 / 03 / 2015	
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	PC05 0225 MOV_Vid 4
Duración del video	
Lugar:	

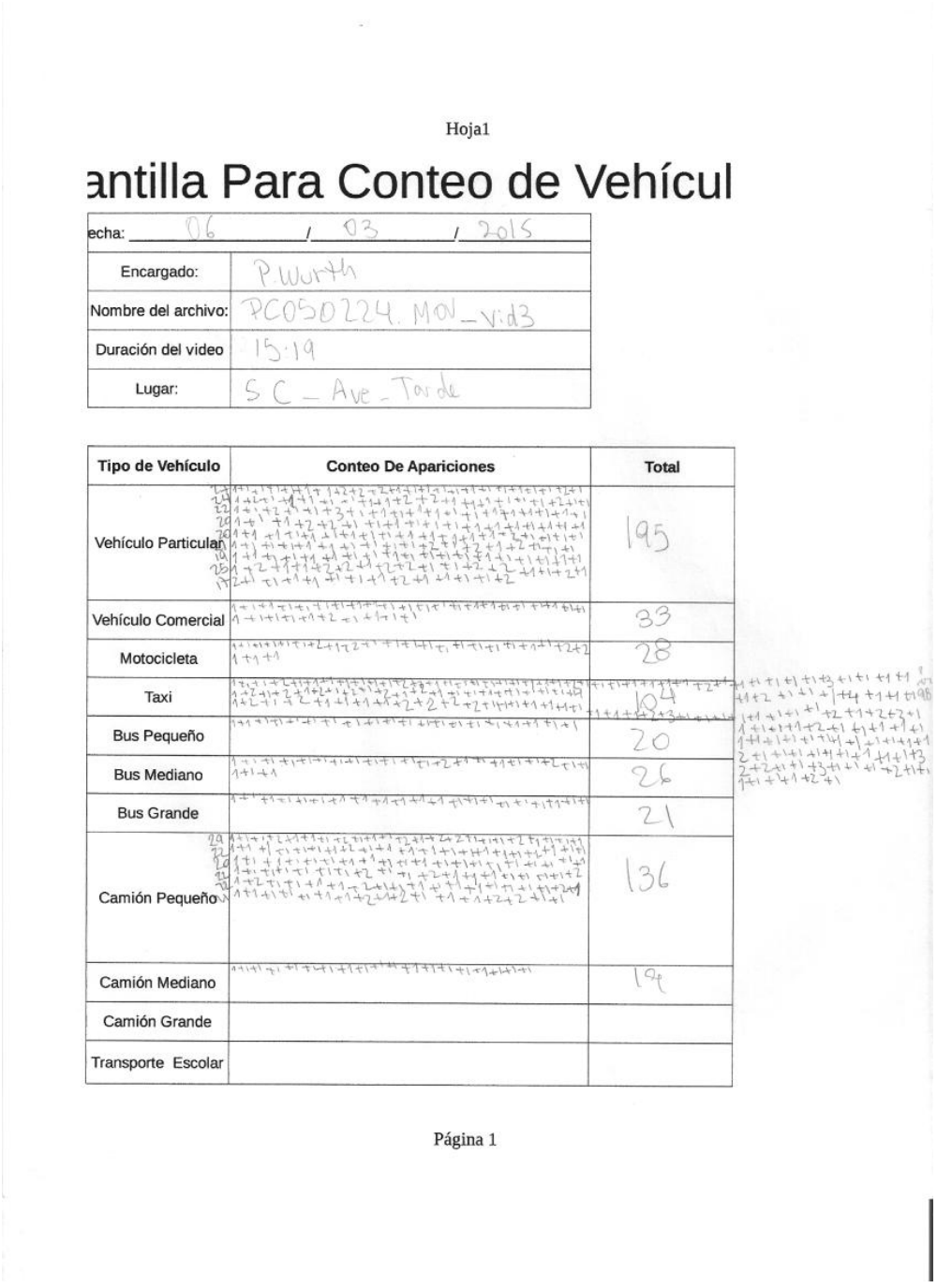
Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		220
Vehículo Comercial		26
Motocicleta		31
Taxi		214
Bus Pequeño		14
Bus Mediano		28
Bus Grande		17
Camión Pequeño		127
Camión Mediano		20
Camión Grande		
Transporte Escolar		

45

122

Página 1

Figura D.24: Plantilla de conteo 24



Hoja1

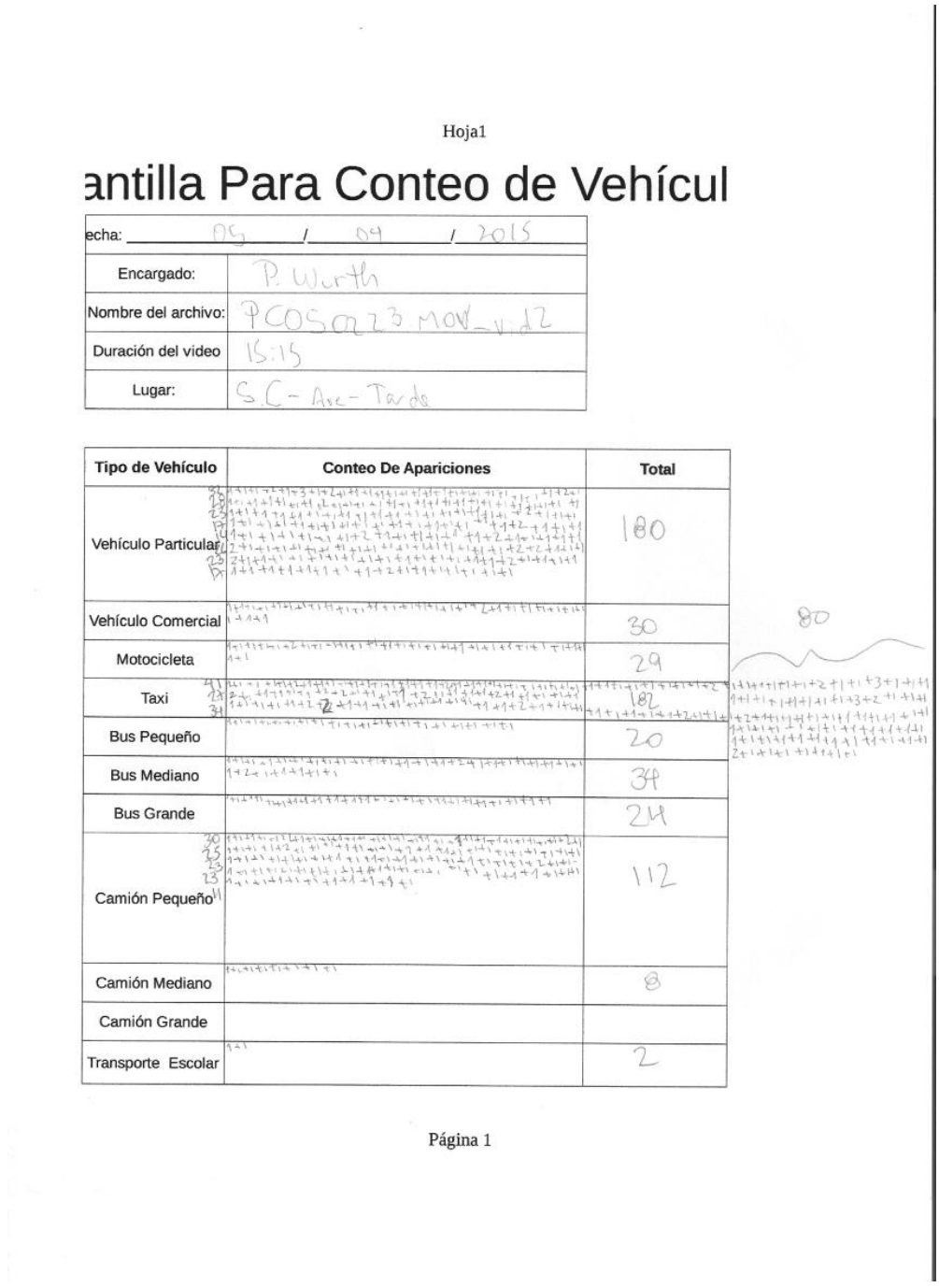
antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 06 / 03 / 2015	
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	PC050224. MOV_vid3
Duración del video	15:19
Lugar:	S C _ Ave _ Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		195
Vehículo Comercial		33
Motocicleta		28
Taxi		104
Bus Pequeño		20
Bus Mediano		26
Bus Grande		21
Camión Pequeño		136
Camión Mediano		19
Camión Grande		
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.25: Plantilla de conteo 25



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 05 / 09 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PCOS0223.MOV_v.12
Duración del video	15:15
Lugar:	S.C - Ave - Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		180
Vehículo Comercial		30
Motocicleta		29
Taxi		182
Bus Pequeño		20
Bus Mediano		34
Bus Grande		24
Camión Pequeño		112
Camión Mediano		8
Camión Grande		
Transporte Escolar		2

80

Página 1

Figura D.26: Plantilla de conteo 26

Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 05 / 04 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC050222.MOV - vid 1
Duración del video	15:01
Lugar:	S.C_Ave-Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		183
Vehículo Comercial		27
Motocicleta		31
Taxi		224
Bus Pequeño		15
Bus Mediano		18
Bus Grande		15
Camión Pequeño		136
Camión Mediano		16
Camión Grande		
Transporte Escolar		6

104

Página 1

Figura D.27: Plantilla de conteo 27

Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 05 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	M2U00011.MP4 avid 6
Duración del video	15:31
Lugar:	Vitacura – Auto – Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		145
Vehículo Comercial		14
Motocicleta		3
Taxi		6
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		6
Bus Grande		
Camión Pequeño		133
Camión Mediano		9
Camión Grande		1
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.28: Plantilla de conteo 28

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 04 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	MZU00010. MPG Vid5
Duración del video	15:34
Lugar:	Vita – Auto – Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		140
Vehículo Comercial		7
Motocicleta		5
Taxi		2
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		2
Bus Grande		2
Camión Pequeño		135
Camión Mediano		9
Camión Grande		4
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.29: Plantilla de conteo 29

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	04 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	M2U00009 V:d4
Duración del video	15:28
Lugar:	V.Ta - Auto - Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		207
Vehículo Comercial		23
Motocicleta		14
Taxi		5
Bus Pequeño		8
Bus Mediano		9
Bus Grande		6
Camión Pequeño		221
Camión Mediano		10
Camión Grande		3
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.30: Plantilla de conteo 30

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 04 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	M2U00008.MPG Vid3
Duración del video	15:10
Lugar:	Vitacura - Auto - Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		153
Vehículo Comercial		27
Motocicleta		9
Taxi		3
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		5
Bus Grande		0
Camión Pequeño		134
Camión Mediano		30
Camión Grande		10
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.31: Plantilla de conteo 31

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	03 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC120227_MOV-Vid1
Duración del video	8:14
Lugar:	Vita - Auto - Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		179
Vehículo Comercial		41
Motocicleta		7
Taxi		7
Bus Pequeño		4
Bus Mediano		4
Bus Grande		0
Camión Pequeño		200
Camión Mediano		23
Camión Grande		15
Transporte Escolar		2

Página 1

Figura D.32: Plantilla de conteo 32

Hoja1

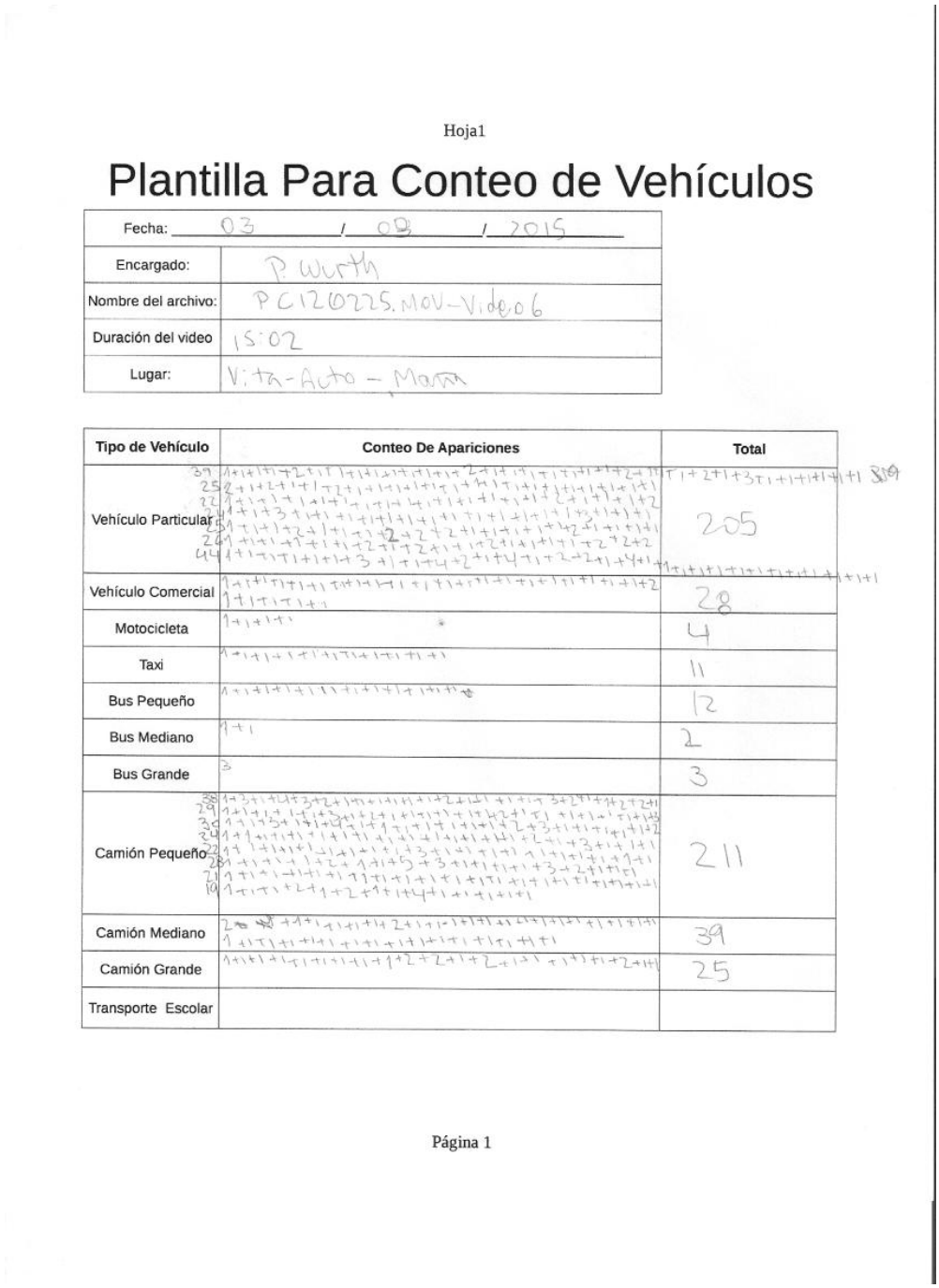
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	03 / 03 / 2015
Encargado:	P Worth
Nombre del archivo:	PC 120226 MOV-Vid 7
Duración del video	15:01
Lugar:	Vitacura – Auto-Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		193
Vehículo Comercial		32
Motocicleta		15
Taxi		8
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		
Bus Grande		
Camión Pequeño		213
Camión Mediano		27
Camión Grande		9
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.33: Plantilla de conteo 33



Hoja1

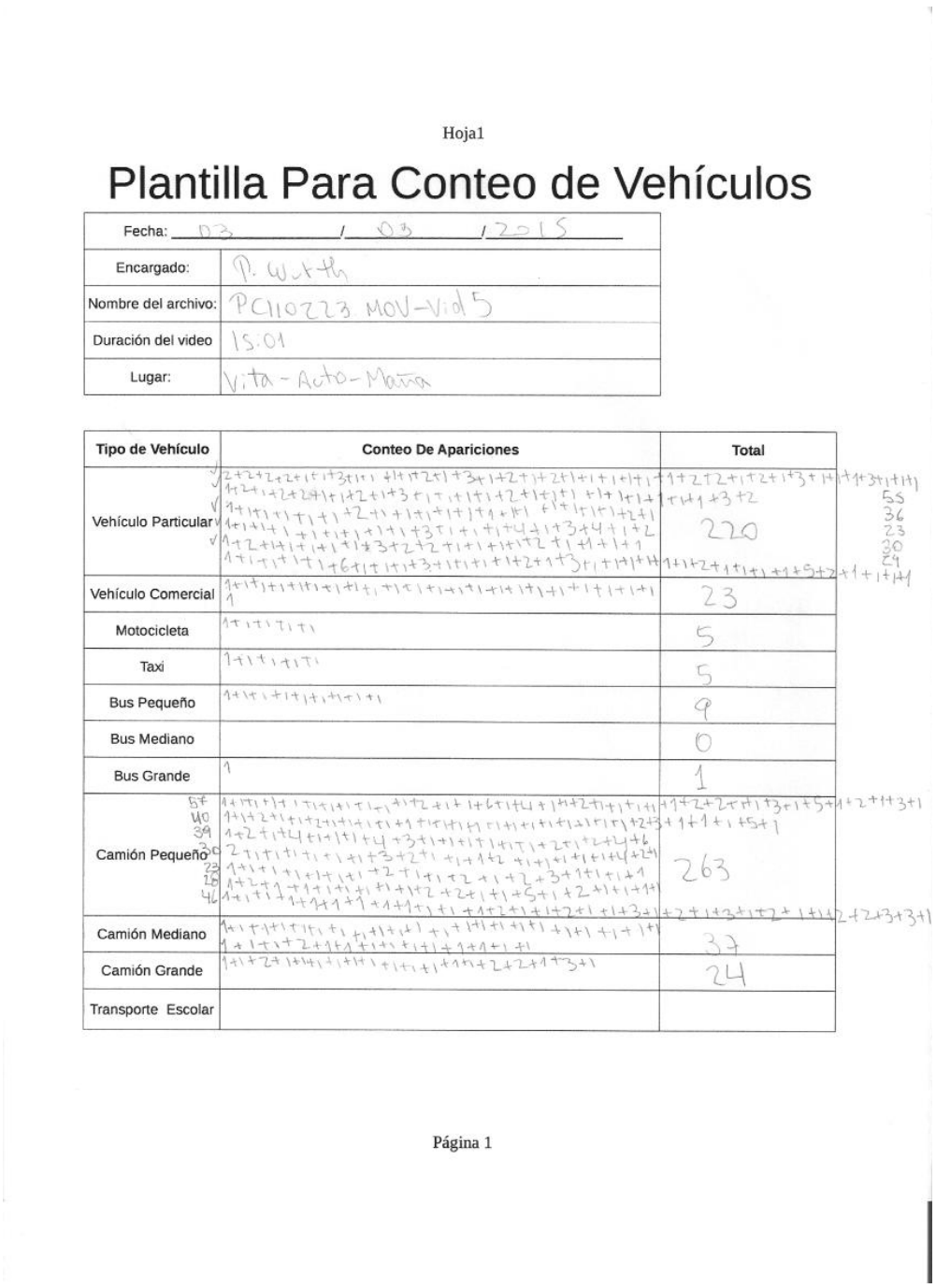
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 03 / 08 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC120225.MOV-Video06
Duración del video	15:02
Lugar:	Vitacura - Auto - Matta

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		205
Vehículo Comercial		28
Motocicleta		4
Taxi		11
Bus Pequeño		12
Bus Mediano		2
Bus Grande		3
Camión Pequeño		211
Camión Mediano		39
Camión Grande		25
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.34: Plantilla de conteo 34



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 03 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	PC110223.MOV-Vid 5
Duración del video	15.01
Lugar:	Viña - Acto - Matta

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		220
Vehículo Comercial		23
Motocicleta		5
Taxi		5
Bus Pequeño		9
Bus Mediano		0
Bus Grande		1
Camión Pequeño		263
Camión Mediano		37
Camión Grande		24
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.35: Plantilla de conteo 35

Hoja1

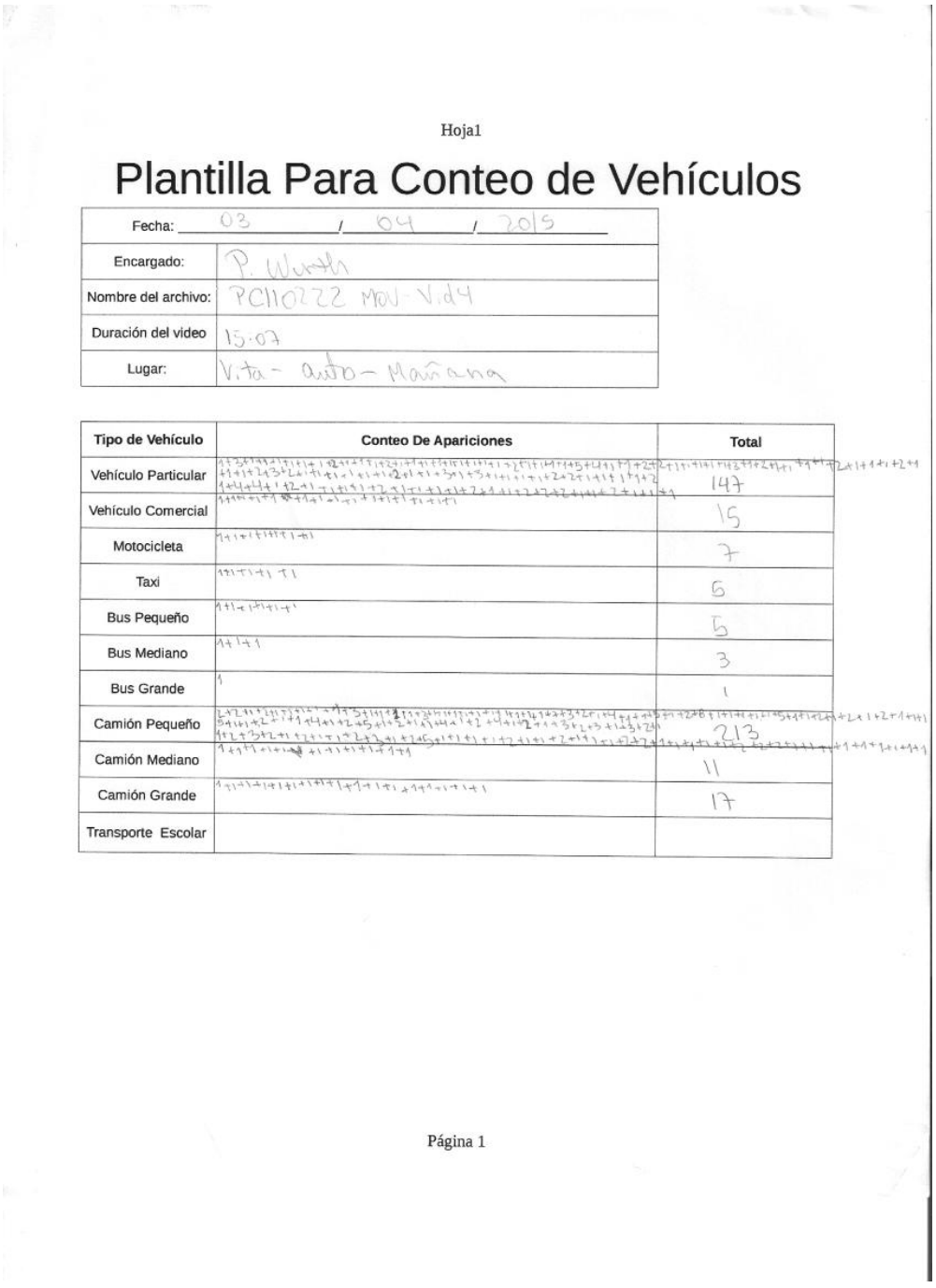
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	03 / 04 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC110222.MOV - Video4
Duración del video	15 07 Min: 10:25
Lugar:	Vía - Auto - Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		75
Vehículo Comercial		7
Motocicleta	1	1
Taxi	1	1
Bus Pequeño	1+1	2
Bus Mediano		5
Bus Grande		0
Camión Pequeño		105
Camión Mediano		15
Camión Grande		6
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.36: Plantilla de conteo 36



Hoja1

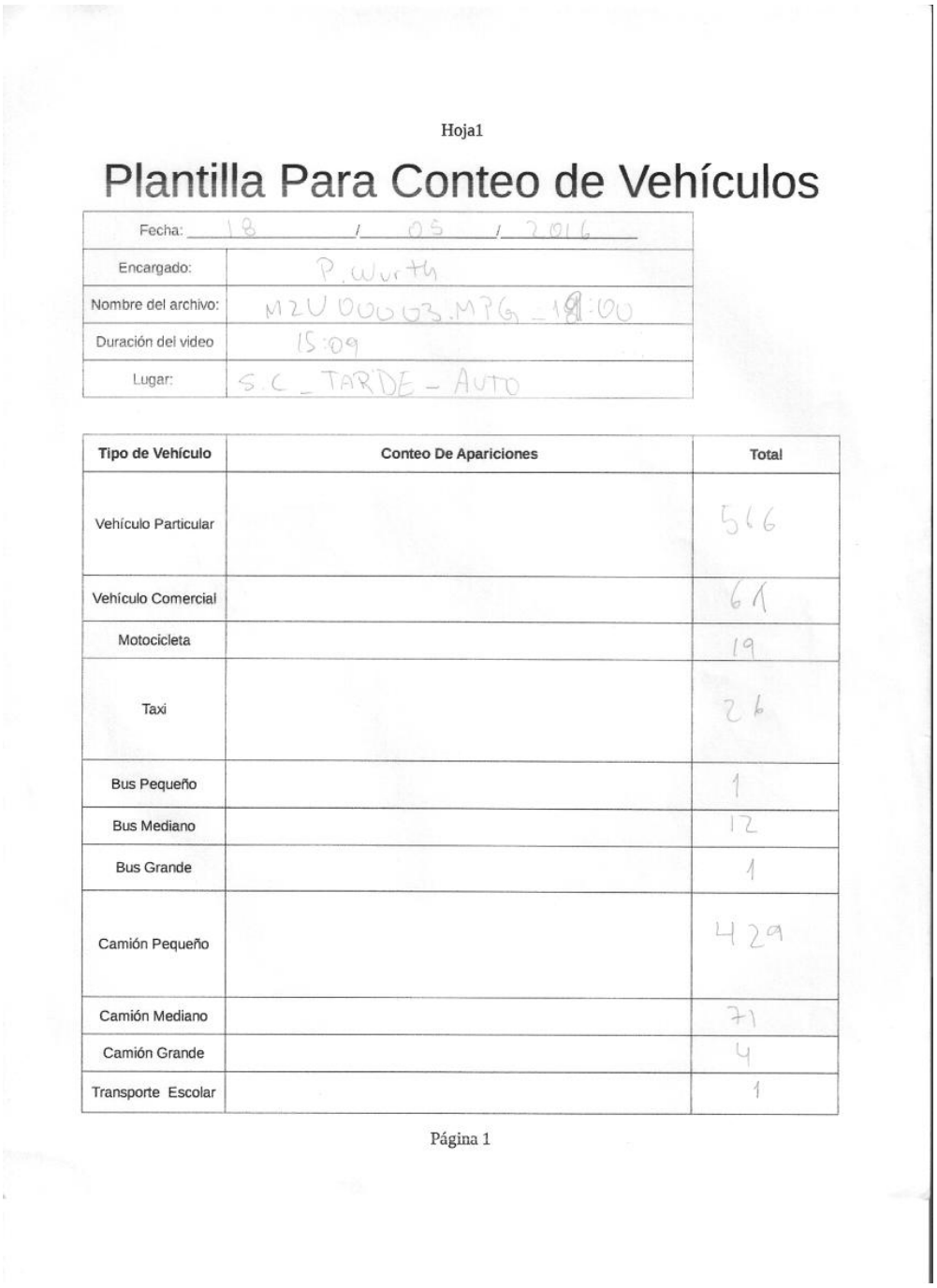
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	03 / 04 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC110222 MOV-V.d4
Duración del video	15:07
Lugar:	Vita - Auto - Mañana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		147
Vehículo Comercial		15
Motocicleta		7
Taxi		5
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		3
Bus Grande		1
Camión Pequeño		213
Camión Mediano		11
Camión Grande		17
Transporte Escolar		

Página 1

Figura D.37: Plantilla de conteo 37



Hoja1

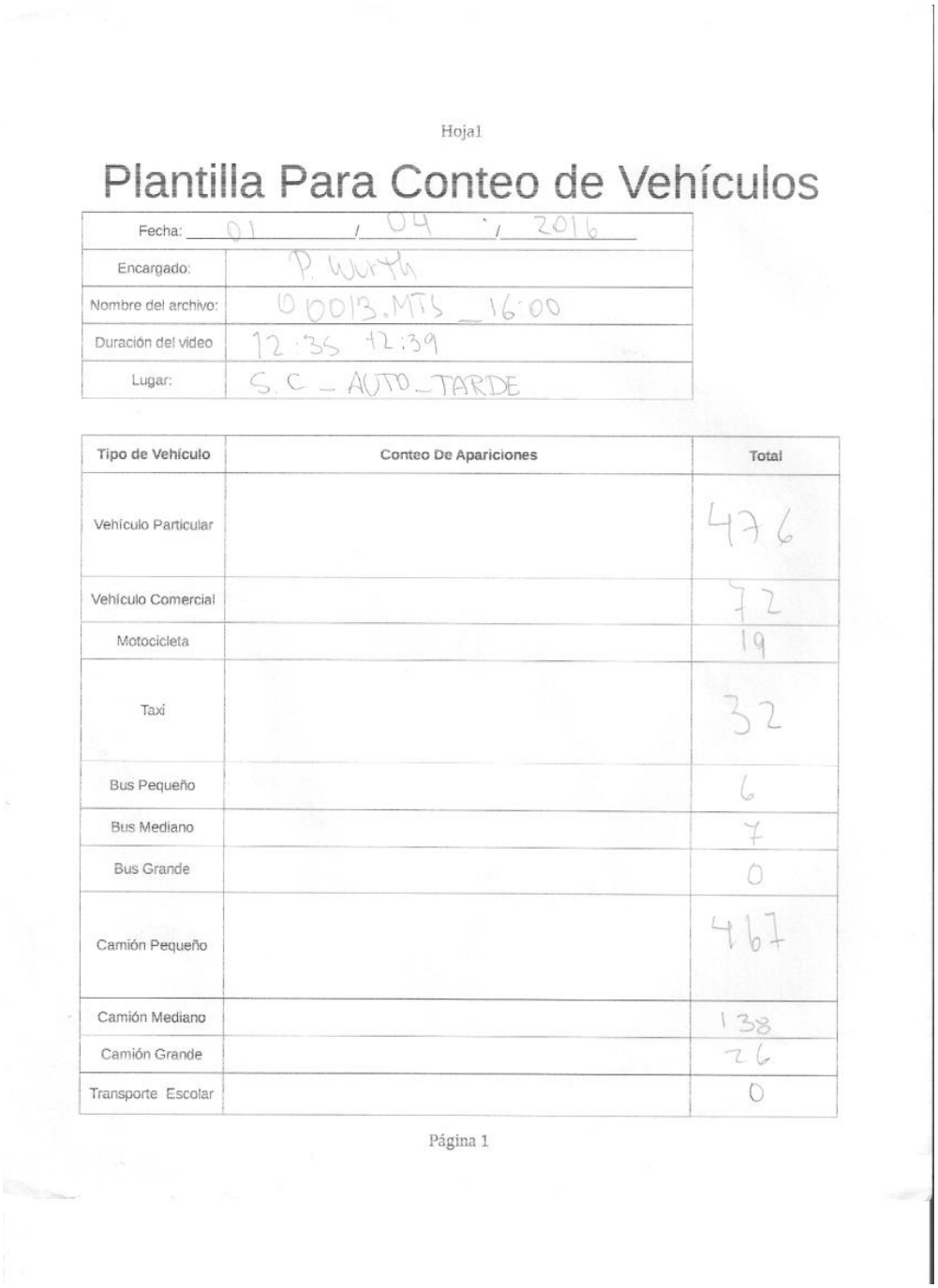
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	18 / 05 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	M2U00003.MPG - 18:00
Duración del video	15:09
Lugar:	S.C _ TARDE - AUTO

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		516
Vehículo Comercial		61
Motocicleta		19
Taxi		26
Bus Pequeño		1
Bus Mediano		12
Bus Grande		1
Camión Pequeño		429
Camión Mediano		71
Camión Grande		4
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.38: Plantilla de conteo 38



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	01 / 04 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	00013.MTS _ 16:00
Duración del video	12:35 +2:39
Lugar:	S.C _ AUTO _ TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		476
Vehículo Comercial		72
Motocicleta		19
Taxi		32
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		7
Bus Grande		0
Camión Pequeño		467
Camión Mediano		138
Camión Grande		26
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura D.39: Plantilla de conteo 39

Hoja1

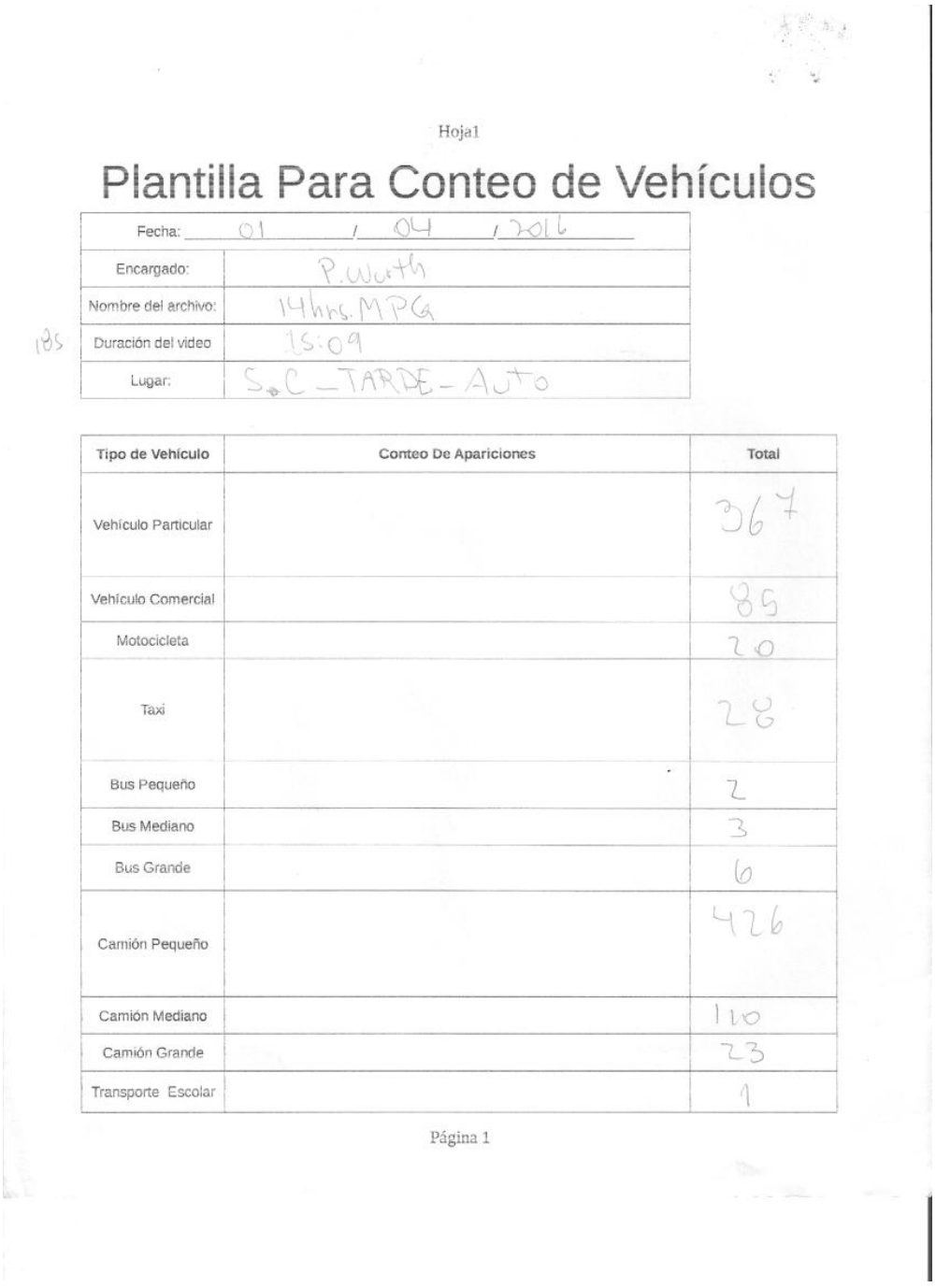
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	01 / 04 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	60011.MTS_15.00_1_2
Duración del video	12:35 2:48
Lugar:	S.C_AUTO_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehiculo Particular		439
Vehículo Comercial		89
Motocicleta		
Taxi		37
Bus Pequeño		9
Bus Mediano		2
Bus Grande		0
Camión Pequeño		490
Camión Mediano		145
Camión Grande		17
Transporte Escolar		6

Página 1

Figura D.40: Plantilla de conteo 40



Hoja1

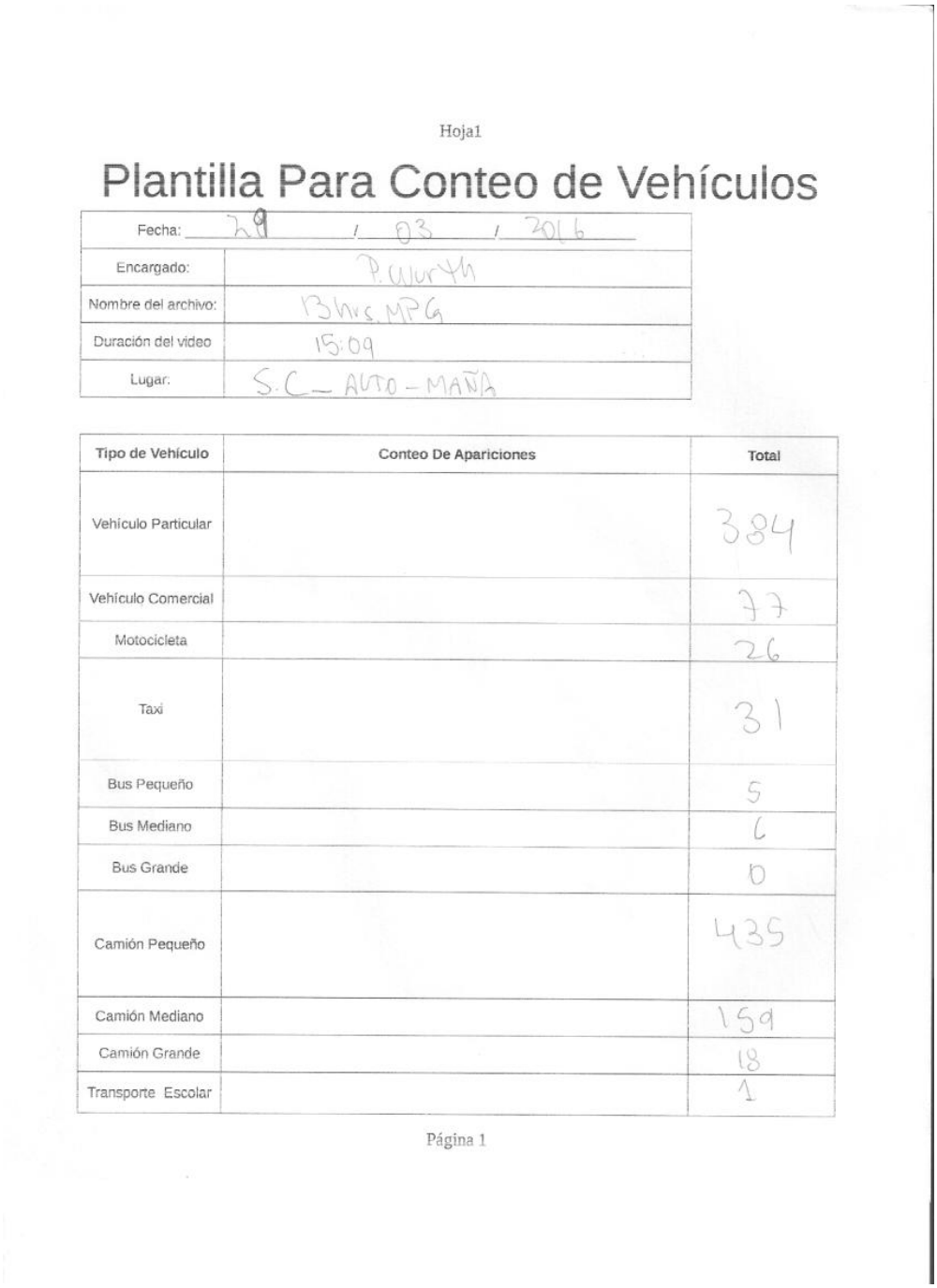
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	01 / 04 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	14hrs. MPG
Duración del video	15:09
Lugar:	S.C – TARDE – AUTO

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		367
Vehículo Comercial		85
Motocicleta		20
Taxi		28
Bus Pequeño		2
Bus Mediano		3
Bus Grande		6
Camión Pequeño		426
Camión Mediano		110
Camión Grande		23
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.41: Plantilla de conteo 41



Hoja1

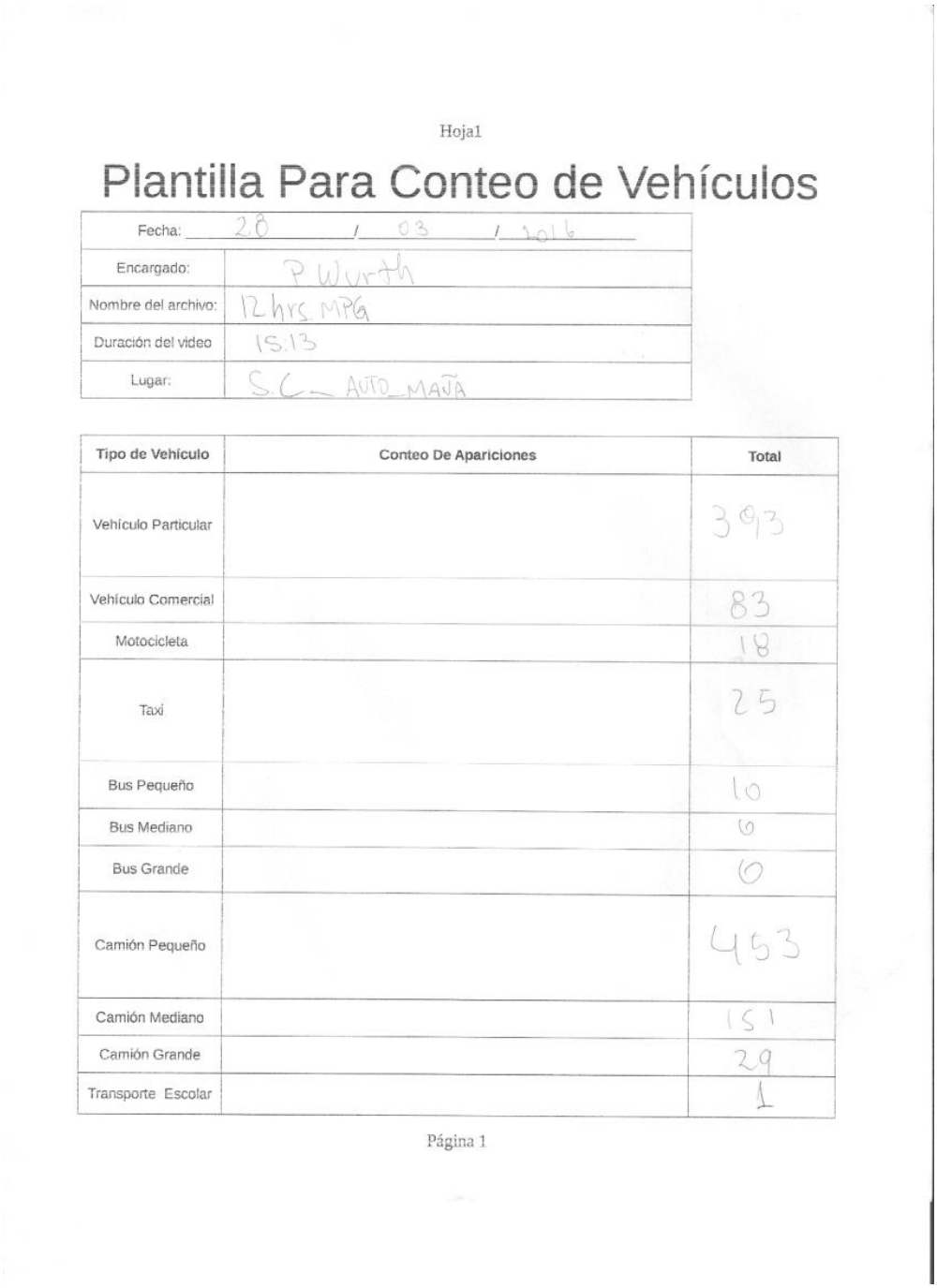
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	29 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	13hrs. MPG
Duración del video	15:09
Lugar:	S.C_ AUTO - MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		384
Vehículo Comercial		77
Motocicleta		26
Taxi		31
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		6
Bus Grande		0
Camión Pequeño		435
Camión Mediano		159
Camión Grande		18
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.42: Plantilla de conteo 42



Hoja1

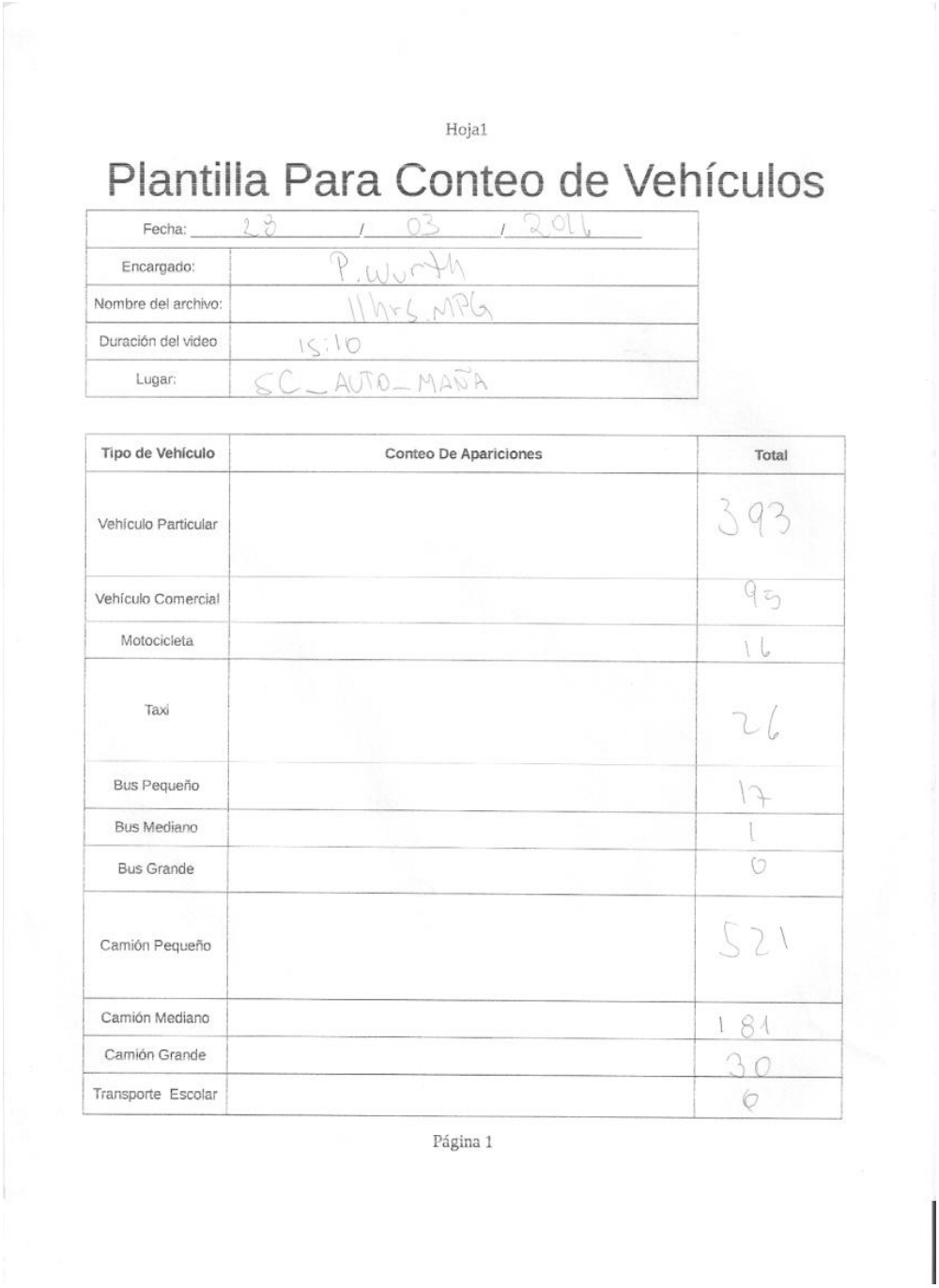
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	28 / 03 / 2016
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	12 hrs. MPG
Duración del video	15.13
Lugar:	S.C. AUTO_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		393
Vehículo Comercial		83
Motocicleta		18
Taxi		25
Bus Pequeño		10
Bus Mediano		0
Bus Grande		0
Camión Pequeño		453
Camión Mediano		151
Camión Grande		29
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.43: Plantilla de conteo 43



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	28 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	11hrs.MPG
Duración del video	15:10
Lugar:	SC_AUTO_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		393
Vehículo Comercial		95
Motocicleta		16
Taxi		26
Bus Pequeño		17
Bus Mediano		1
Bus Grande		0
Camión Pequeño		521
Camión Mediano		181
Camión Grande		30
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura D.44: Plantilla de conteo 44

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	28 / 03 / 2016
Encargado:	P. Worth
Nombre del archivo:	10hrs. MPG
Duración del video	15:07
Lugar:	SC_AUTO_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		397
Vehículo Comercial		109
Motocicleta		20
Taxi		26
Bus Pequeño		9
Bus Mediano		3
Bus Grande		0
Camión Pequeño		436
Camión Mediano		168
Camión Grande		36
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura D.45: Plantilla de conteo 45

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	28 / 03 / 2016
Encargado:	P. Würth
Nombre del archivo:	9hrs.MPG
Duración del video	15:33
Lugar:	S.C_AUTO_MANA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		459
Vehículo Comercial		100
Motocicleta		34
Taxi		21
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		10
Bus Grande		1
Camión Pequeño		447
Camión Mediano		152
Camión Grande		22
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura D.46: Plantilla de conteo 46

Hoja1

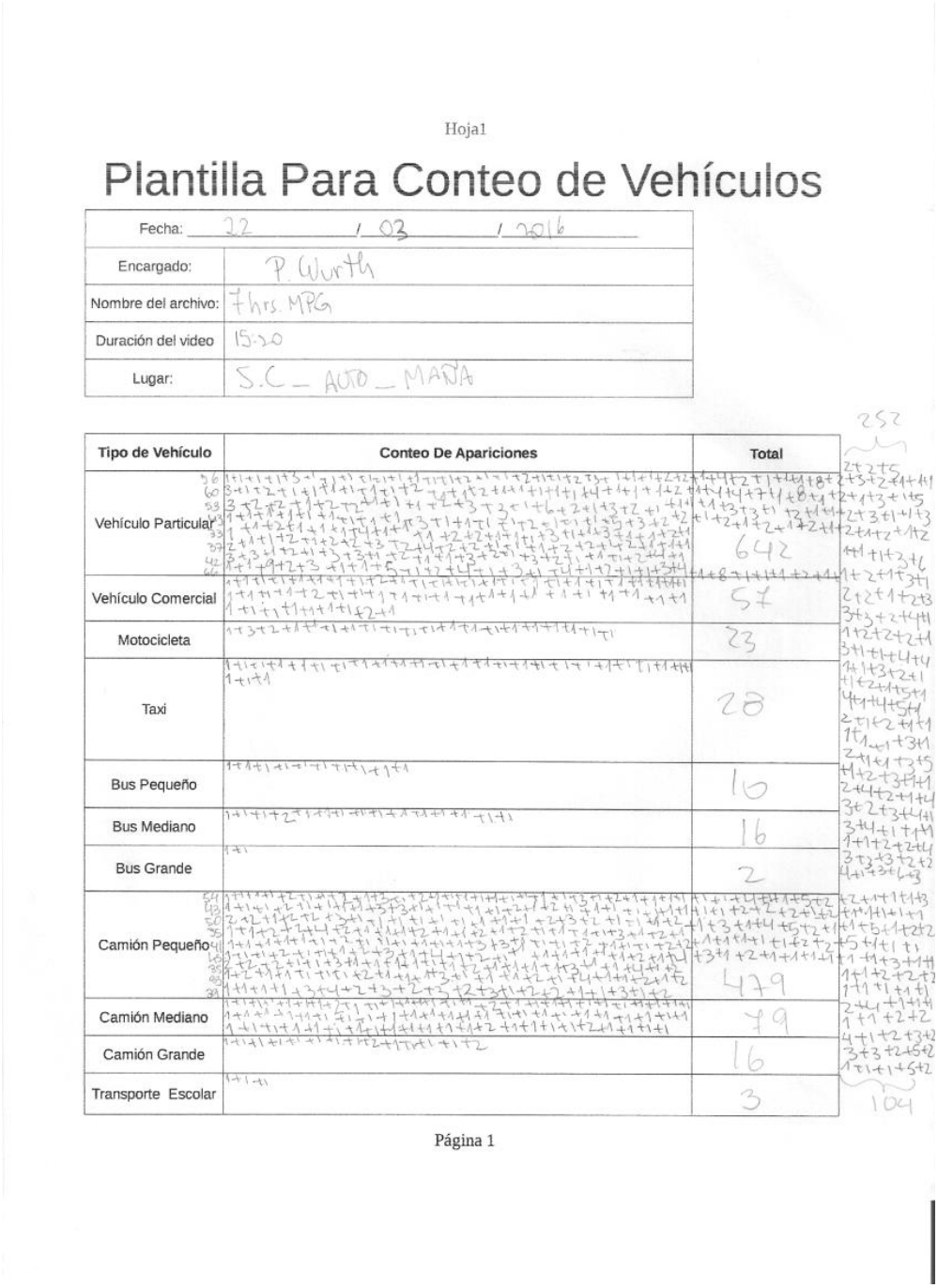
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	28 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	8his.MPG
Duración del video	15:21
Lugar:	SC – AUTO – MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		454
Vehículo Comercial		47
Motocicleta		43
Taxi		15
Bus Pequeño		5
Bus Mediano		2
Bus Grande		1
Camión Pequeño		325
Camión Mediano		43
Camión Grande		6
Transporte Escolar		10

Página 1

Figura D.47: Plantilla de conteo 47



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	22 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	7hrs. MPG
Duración del video	15:20
Lugar:	S.C _ AUTO _ MAÑA

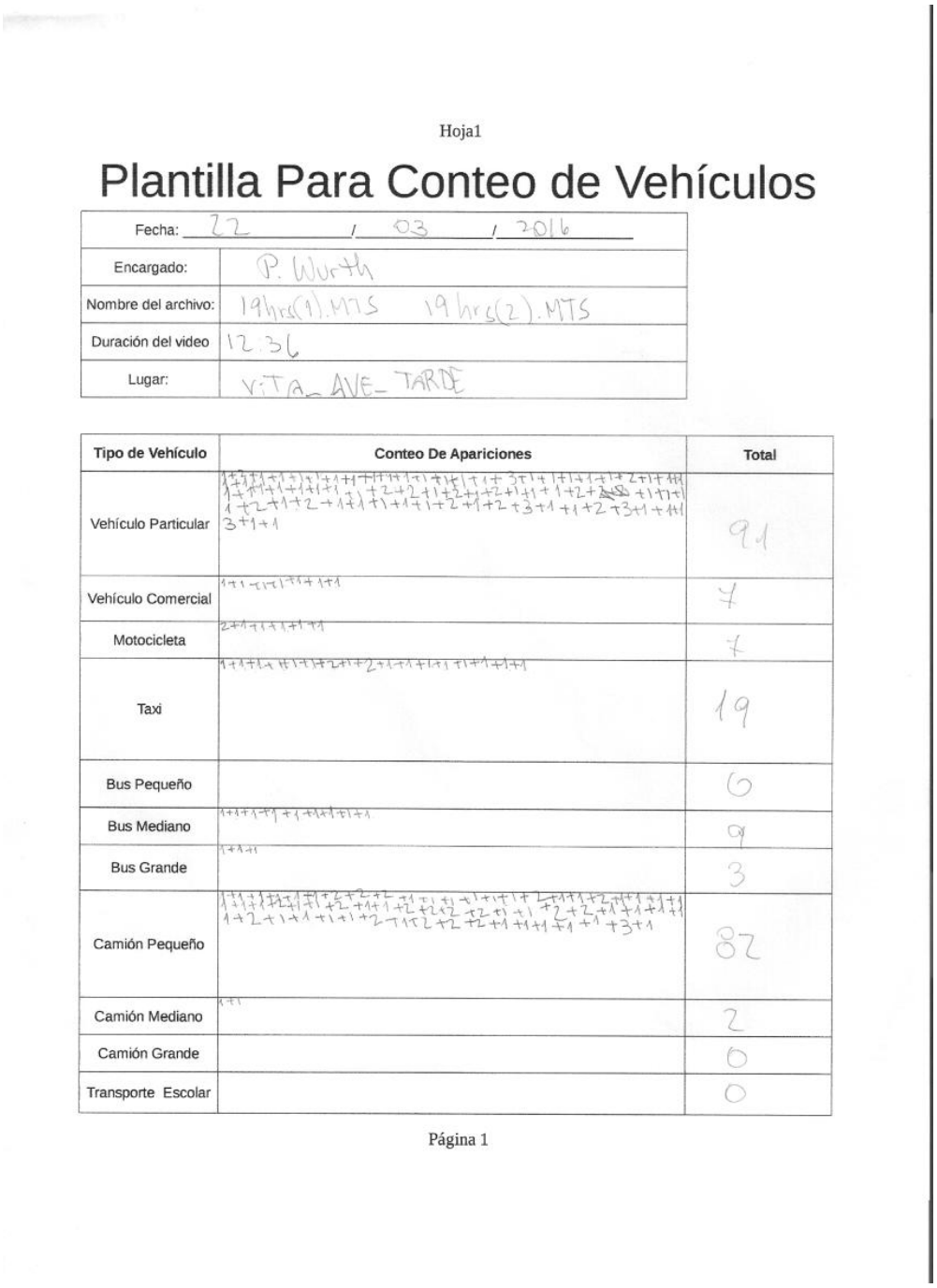
Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		642
Vehículo Comercial		57
Motocicleta		23
Taxi		28
Bus Pequeño		10
Bus Mediano		16
Bus Grande		2
Camión Pequeño		479
Camión Mediano		79
Camión Grande		16
Transporte Escolar		3

252

104

Página 1

Figura D.48: Plantilla de conteo 48



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 22 / 03 / 2016	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	19hrs(1).MTS 19hrs(2).MTS
Duración del video	12.36
Lugar:	VITA_AVE_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		91
Vehículo Comercial		7
Motocicleta		7
Taxi		19
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		9
Bus Grande		3
Camión Pequeño		82
Camión Mediano		2
Camión Grande		0
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura D.49: Plantilla de conteo 49

E | Plantillas de conteo vehicular parte 2

Hoja1

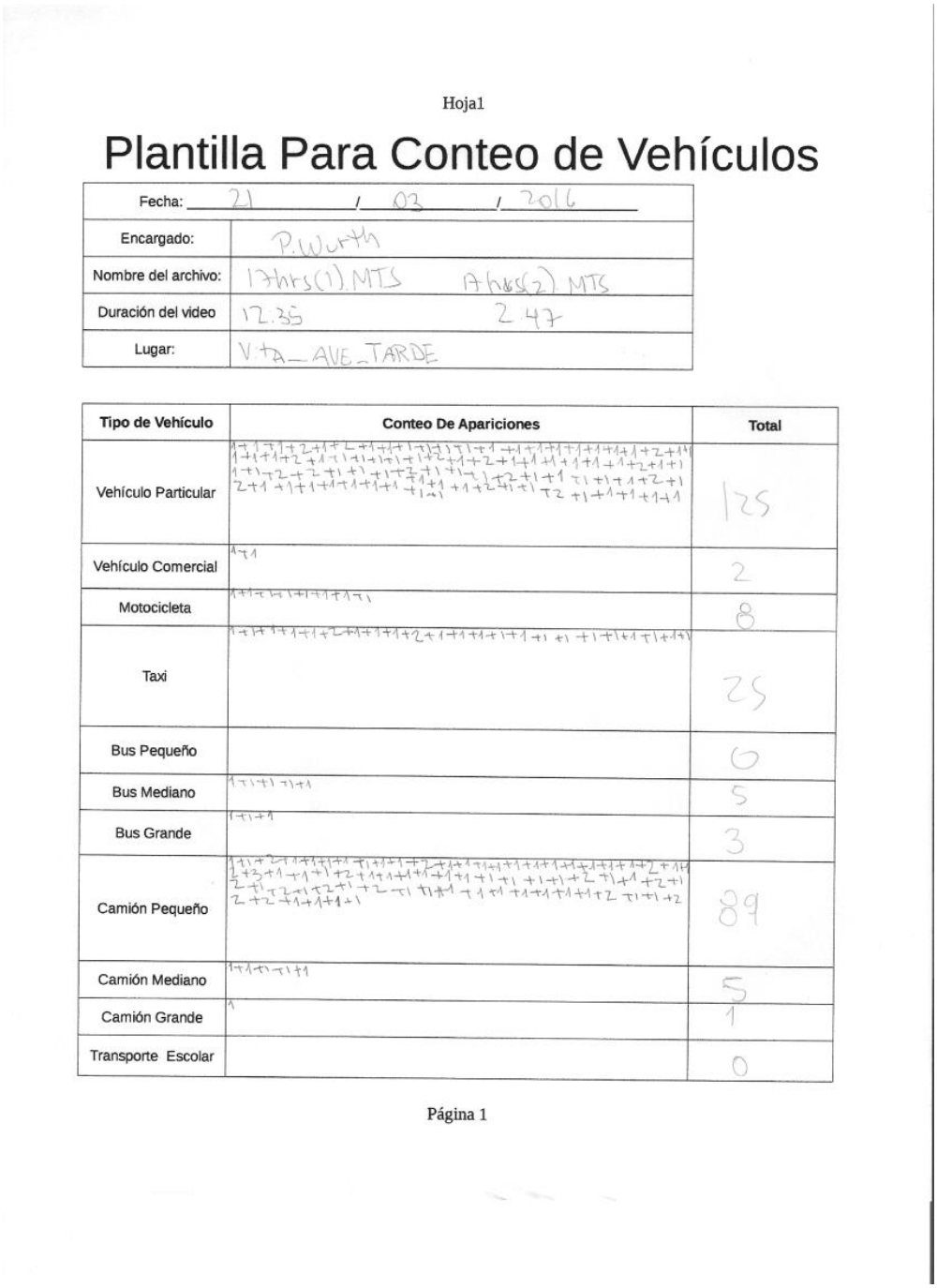
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	22 / 03 / 2016
Encargado:	P. Worth
Nombre del archivo:	18hrs(1).MTS 18hrs(2).MTS
Duración del video	12:34
Lugar:	VITA_AVE-TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		112
Vehículo Comercial		4
Motocicleta		12
Taxi		33
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		2
Bus Grande		6
Camión Pequeño		79
Camión Mediano		5
Camión Grande		
Transporte Escolar		

Página 1

Figura E.1: Plantilla de conteo 50



Hoja1

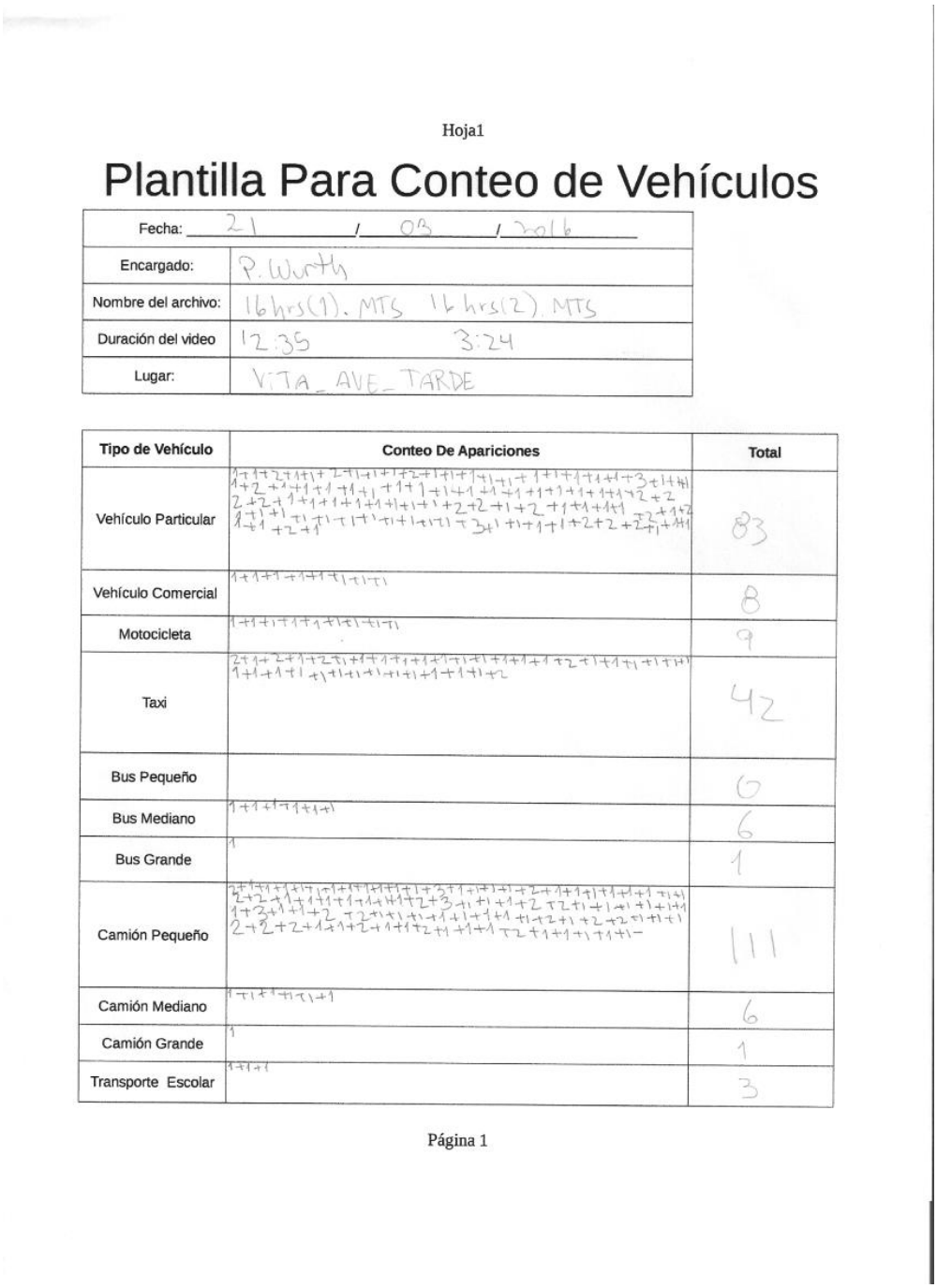
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	21 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	17hrs(1).MTS 17hrs(2).MTS
Duración del video	12.35 2.47
Lugar:	VIA_AVE_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		125
Vehículo Comercial		2
Motocicleta		8
Taxi		25
Bus Pequeño		0
Bus Mediano		5
Bus Grande		3
Camión Pequeño		89
Camión Mediano		5
Camión Grande		1
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.2: Plantilla de conteo 51



Hoja1

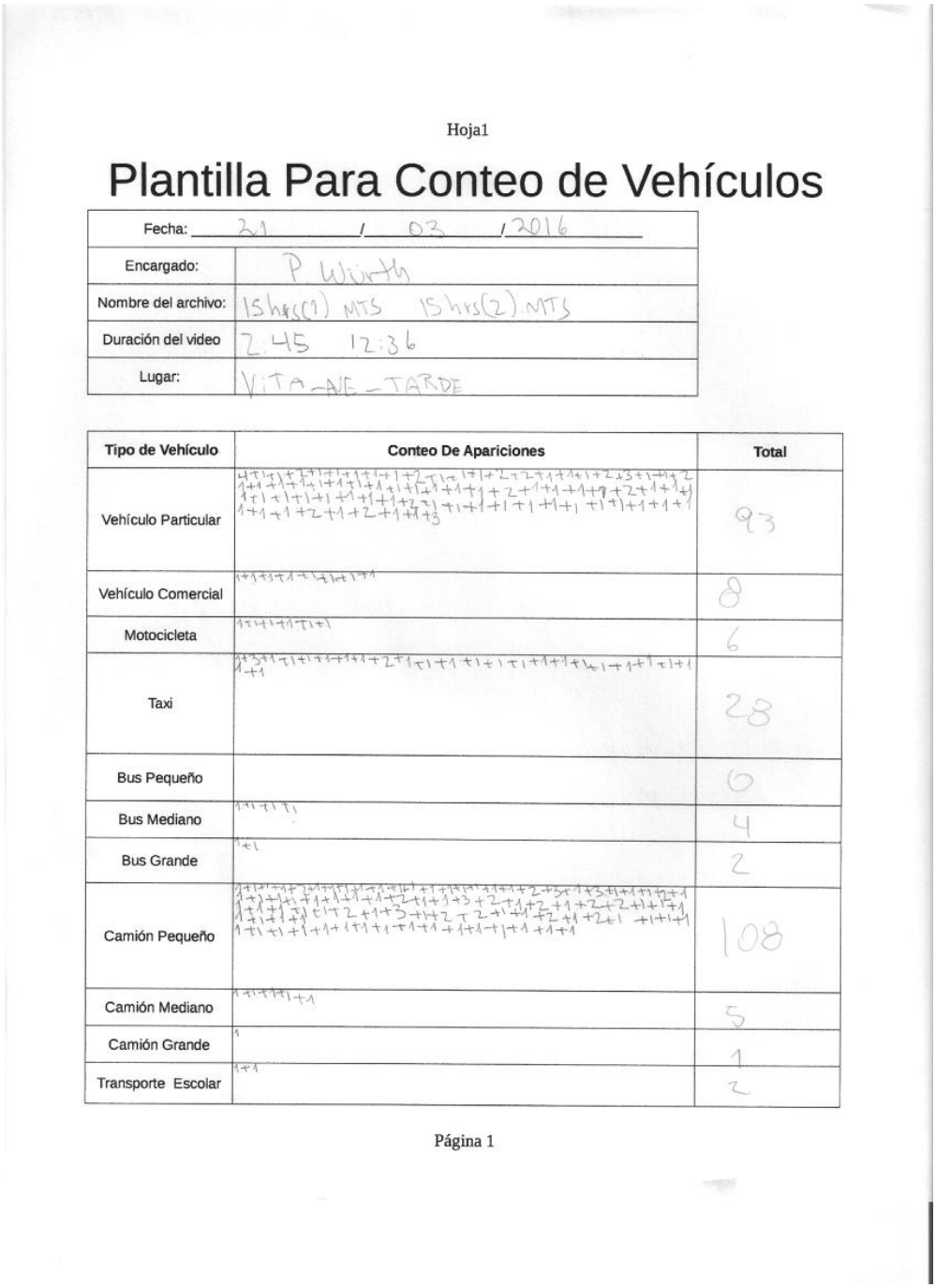
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	21 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	16hrs(1). MTS 16 hrs(2). MTS
Duración del video	12:35 3:24
Lugar:	VITA_AVE_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		83
Vehículo Comercial		8
Motocicleta		9
Taxi		42
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		6
Bus Grande		1
Camión Pequeño		111
Camión Mediano		6
Camión Grande		1
Transporte Escolar		3

Página 1

Figura E.3: Plantilla de conteo 52



Hoja1

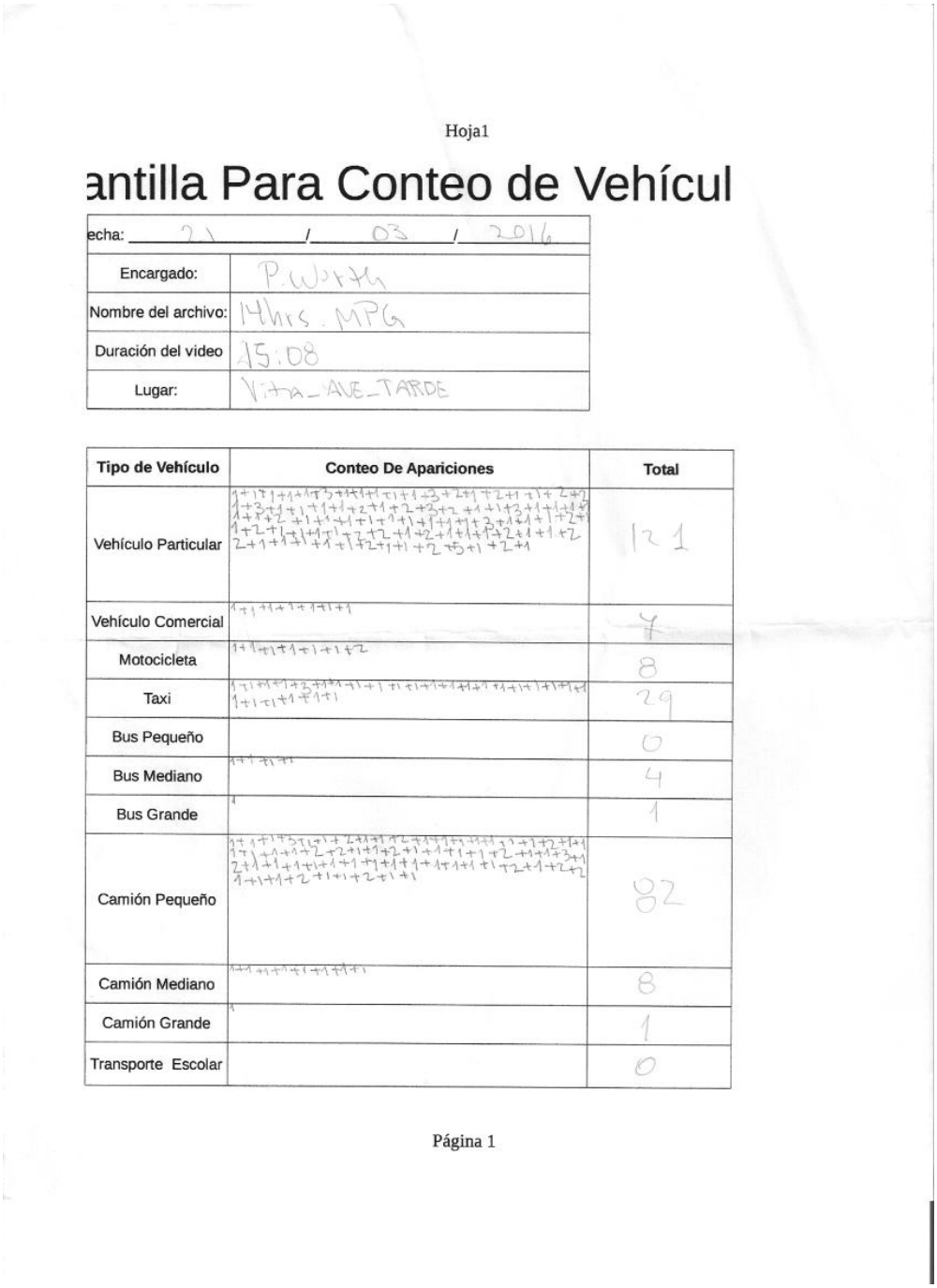
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	21 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wirth
Nombre del archivo:	15hrs(1).MTS 15hrs(2).MTS
Duración del video	2:45 12:36
Lugar:	VITA-AVE-TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		93
Vehículo Comercial		8
Motocicleta		6
Taxi		28
Bus Pequeño		0
Bus Mediano		4
Bus Grande		2
Camión Pequeño		108
Camión Mediano		5
Camión Grande		1
Transporte Escolar		2

Página 1

Figura E.4: Plantilla de conteo 53



Hoja1

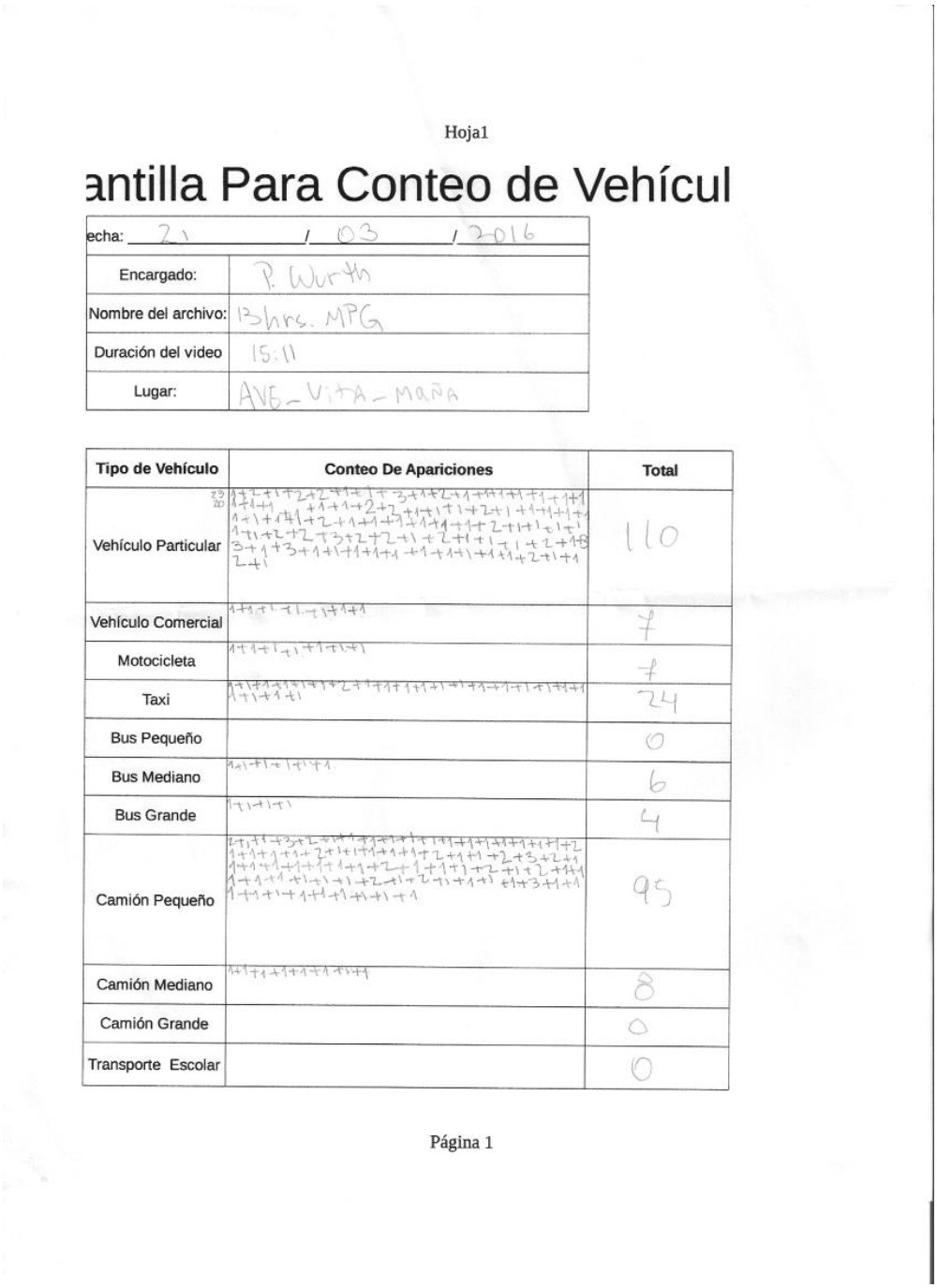
antilla Para Conteo de Vehícul

echa: 21 / 03 / 2016	
Encargado:	P.Wirth
Nombre del archivo:	14hrs.MPG
Duración del video	15:08
Lugar:	Vina_AVE_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		121
Vehículo Comercial		7
Motocicleta		8
Taxi		29
Bus Pequeño		0
Bus Mediano		4
Bus Grande		1
Camión Pequeño		82
Camión Mediano		8
Camión Grande		1
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.5: Plantilla de conteo 54



Hoja1

antilla Para Conteo de Vehícul

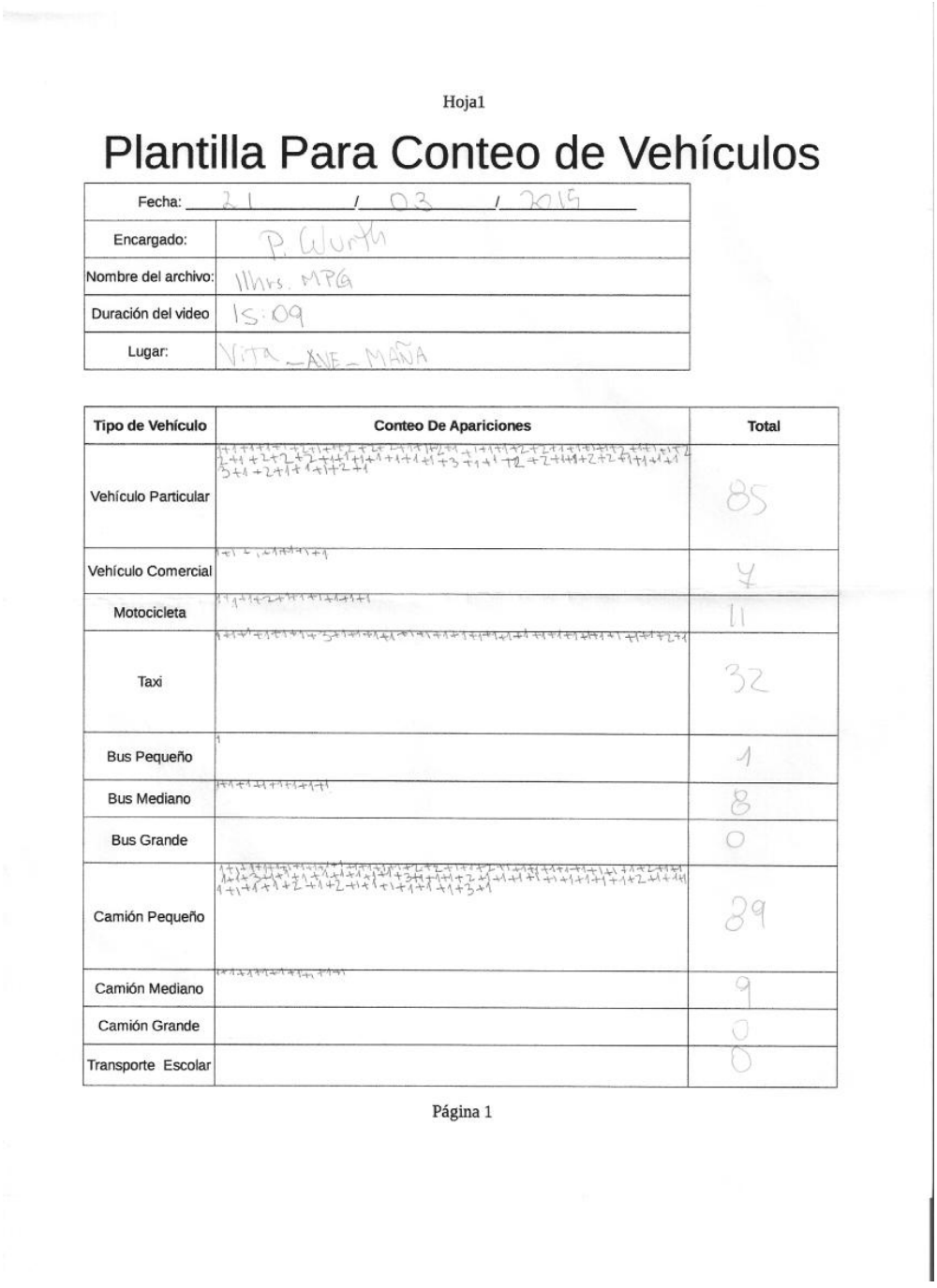
echa: 21 / 03 / 2016

Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	13hrs. MPG
Duración del video	15:11
Lugar:	AVE_VITA_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		110
Vehículo Comercial		7
Motocicleta		7
Taxi		24
Bus Pequeño		0
Bus Mediano		6
Bus Grande		4
Camión Pequeño		95
Camión Mediano		8
Camión Grande		0
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.6: Plantilla de conteo 55



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 21 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	11hrs. MPG
Duración del video	15:09
Lugar:	VITA – AVE – MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		85
Vehículo Comercial		7
Motocicleta		11
Taxi		32
Bus Pequeño		1
Bus Mediano		8
Bus Grande		0
Camión Pequeño		29
Camión Mediano		9
Camión Grande		0
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.7: Plantilla de conteo 56

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 17 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wunth
Nombre del archivo:	10hrs. MPG
Duración del video	15:12
Lugar:	Vita_Ave_Maña

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular	22 26 15	68
Vehículo Comercial		3
Motocicleta		4
Taxi		32
Bus Pequeño		0
Bus Mediano		10
Bus Grande		4
Camión Pequeño	32 29 28	89
Camión Mediano		6
Camión Grande		0
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.8: Plantilla de conteo 57

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 17 / 03 / 2015	
Encargado:	P Wurth
Nombre del archivo:	9hrs.MPG
Duración del video	15:14
Lugar:	Vitr_AVE_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular	29 30 16	75
Vehículo Comercial		5
Motocicleta		5
Taxi		35
Bus Pequeño		1
Bus Mediano		9
Bus Grande		3
Camión Pequeño		78
Camión Mediano		9
Camión Grande		0
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.9: Plantilla de conteo 58

Hoja1

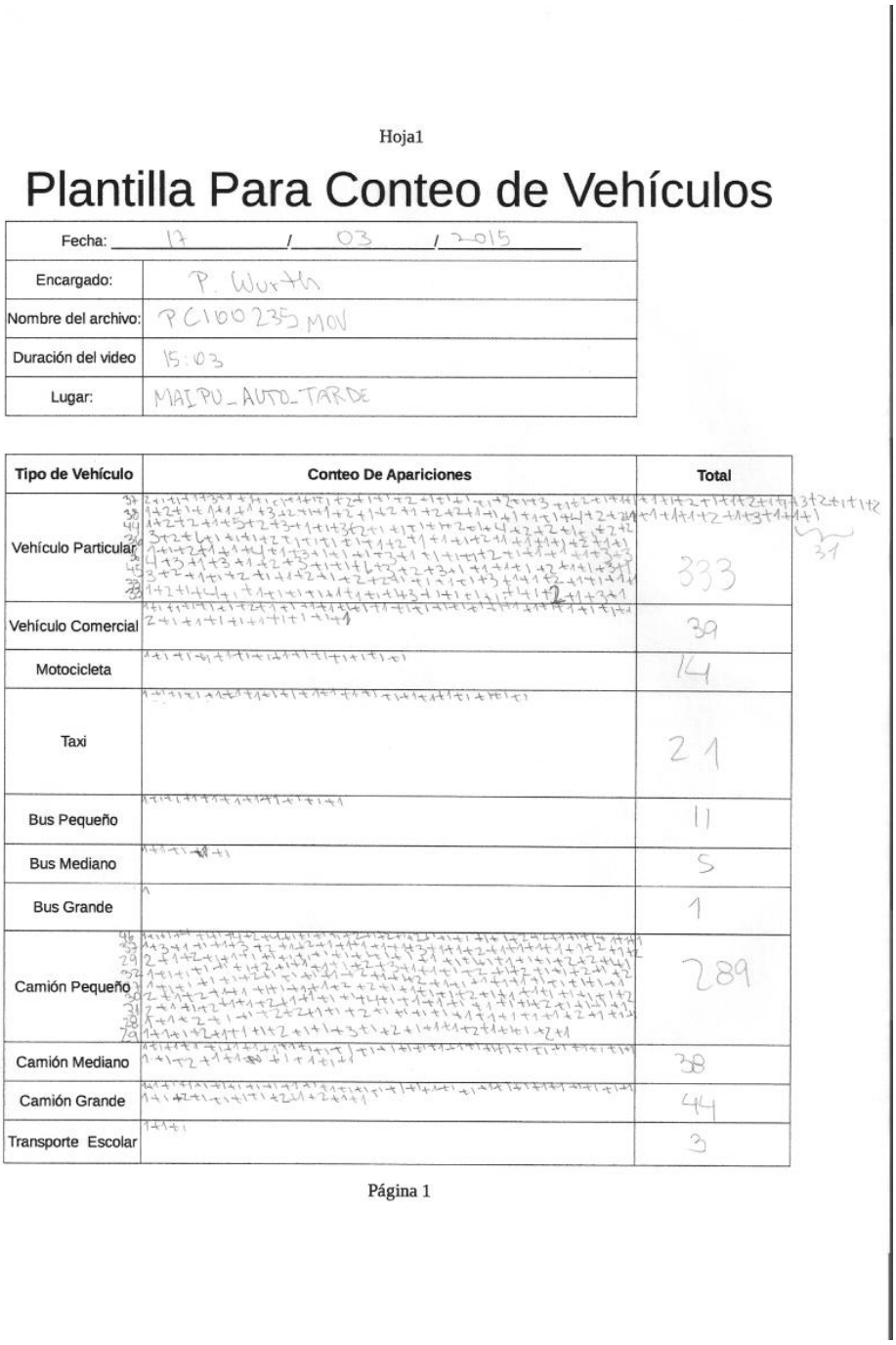
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 17 / 03 / 2015	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	8hrs. MPG
Duración del video	15:08
Lugar:	VIA_AVE_MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		102
Vehículo Comercial		4
Motocicleta		3
Taxi		18
Bus Pequeño		1
Bus Mediano		8
Bus Grande		3
Camión Pequeño		106
Camión Mediano		1
Camión Grande		0
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura E.10: Plantilla de conteo 59



Hoja1

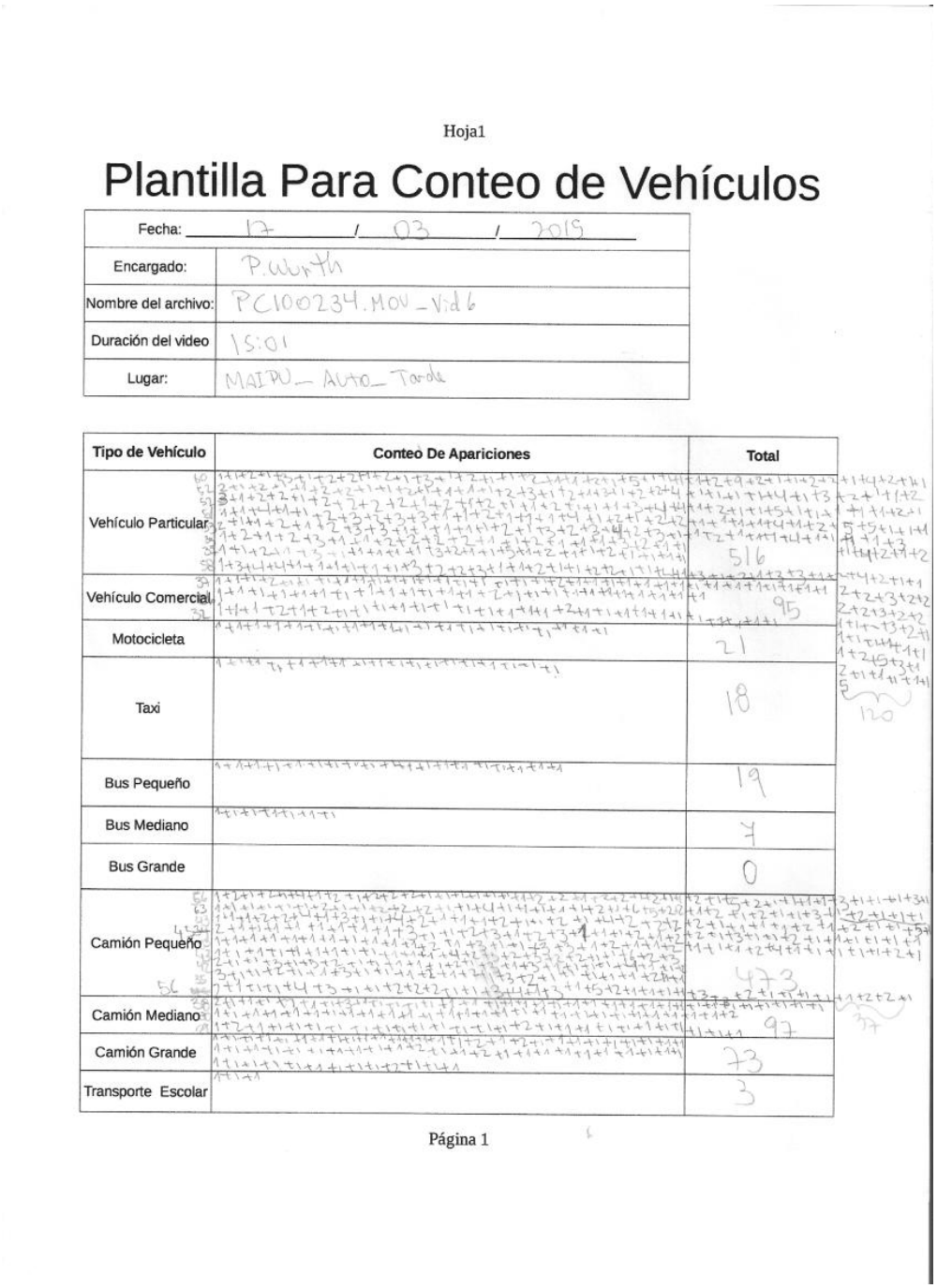
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	17 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100235.MOV
Duración del video	15.03
Lugar:	MAIPU_AUTO_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		333
Vehículo Comercial		39
Motocicleta		14
Taxi		21
Bus Pequeño		11
Bus Mediano		5
Bus Grande		1
Camión Pequeño		289
Camión Mediano		38
Camión Grande		44
Transporte Escolar		3

Página 1

Figura E.11: Plantilla de conteo 60



Hoja1

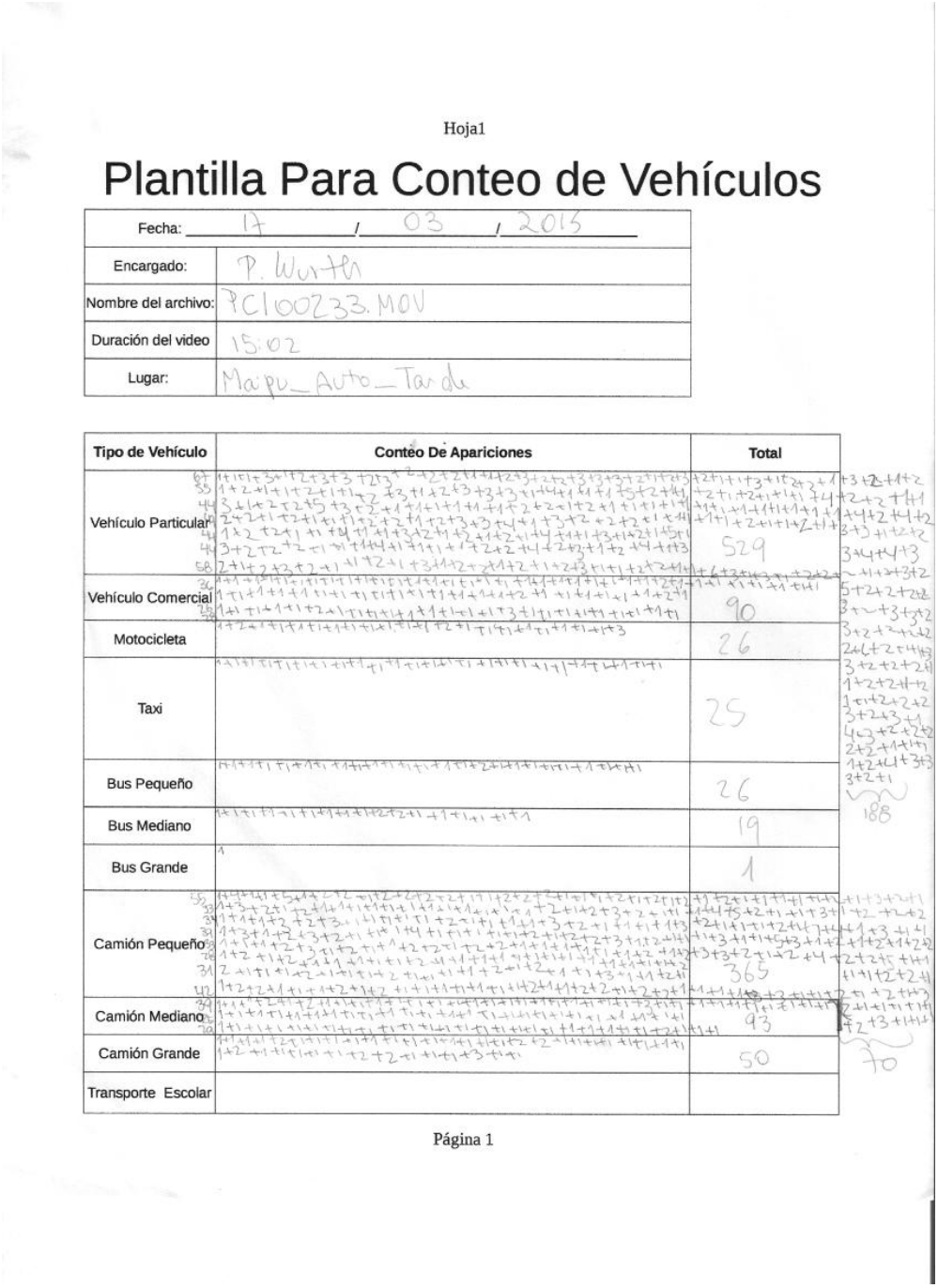
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	17 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100234.MOV_Vid6
Duración del video	15:01
Lugar:	MAIPU_ AUTO_ Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		516
Vehículo Comercial		95
Motocicleta		21
Taxi		18
Bus Pequeño		19
Bus Mediano		7
Bus Grande		0
Camión Pequeño		473
Camión Mediano		97
Camión Grande		73
Transporte Escolar		3

Página 1

Figura E.12: Plantilla de conteo 61



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	17 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100233.MOV
Duración del video	15:02
Lugar:	Maipu_Auto_Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		529
Vehículo Comercial		90
Motocicleta		26
Taxi		25
Bus Pequeño		26
Bus Mediano		19
Bus Grande		1
Camión Pequeño		365
Camión Mediano		93
Camión Grande		50
Transporte Escolar		

Página 1

Figura E.13: Plantilla de conteo 62

Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	17 / 05 / 2016
Encargado:	P. Würth
Nombre del archivo:	M2U00002.MPG-18:00
Duración del video	13:29
Lugar:	SC_ AUTO_Tarde

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		493
Vehículo Comercial		39
Motocicleta		35
Taxi		31
Bus Pequeño		6
Bus Mediano		9
Bus Grande		0
Camión Pequeño		397
Camión Mediano		72
Camión Grande		3
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura E.14: Plantilla de conteo 63

Hoja1

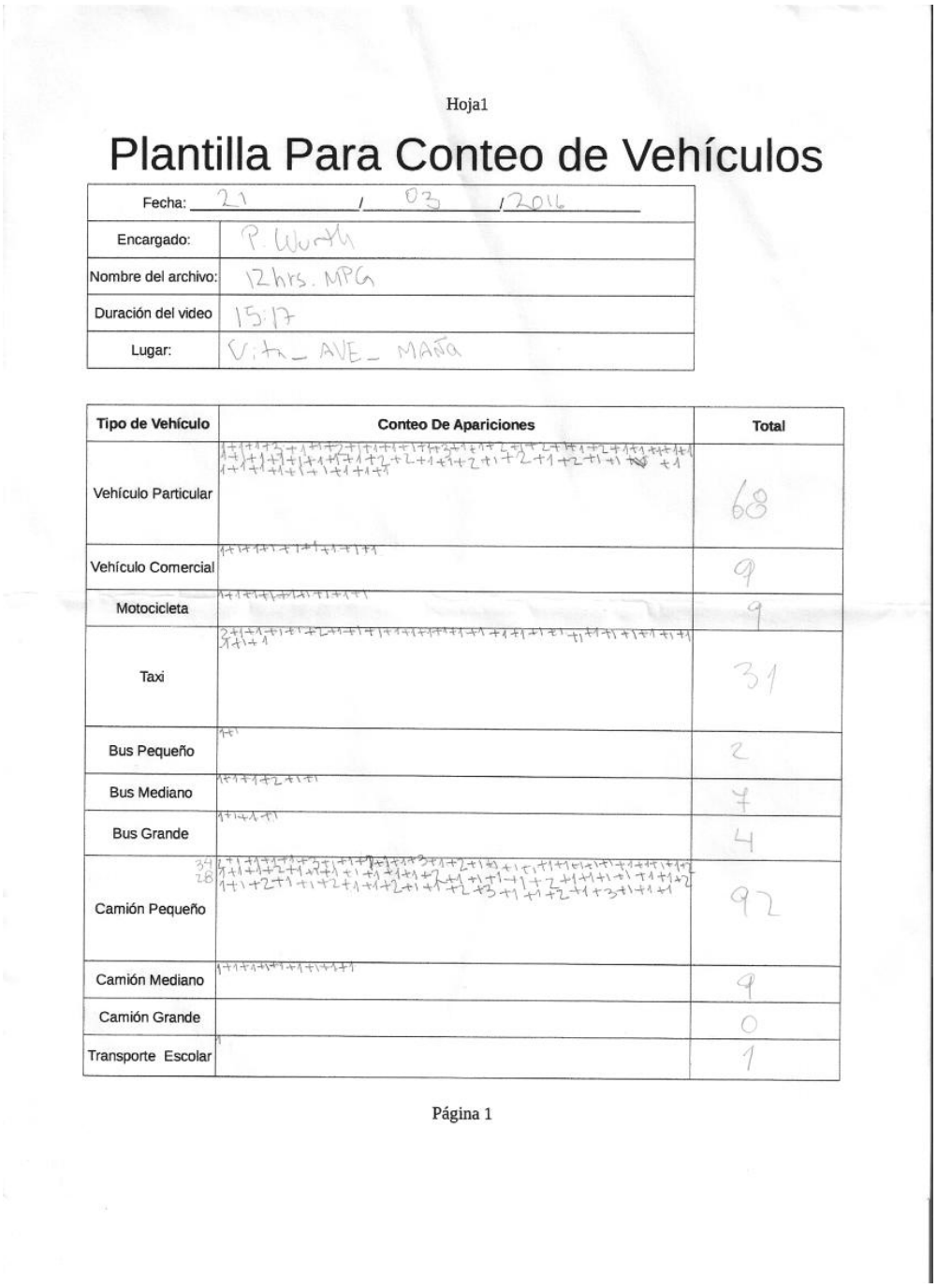
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 17 / 05 / 2016	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	M2U00001.MPG
Duración del video	15:07
Lugar:	SC_AUTO_Tarde 17:00

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		388
Vehículo Comercial		89
Motocicleta		25
Taxi		19
Bus Pequeño		4
Bus Mediano		13
Bus Grande		0
Camión Pequeño		370
Camión Mediano		67
Camión Grande		9
Transporte Escolar		0

Página 1

Figura E.15: Plantilla de conteo 64



Hoja1

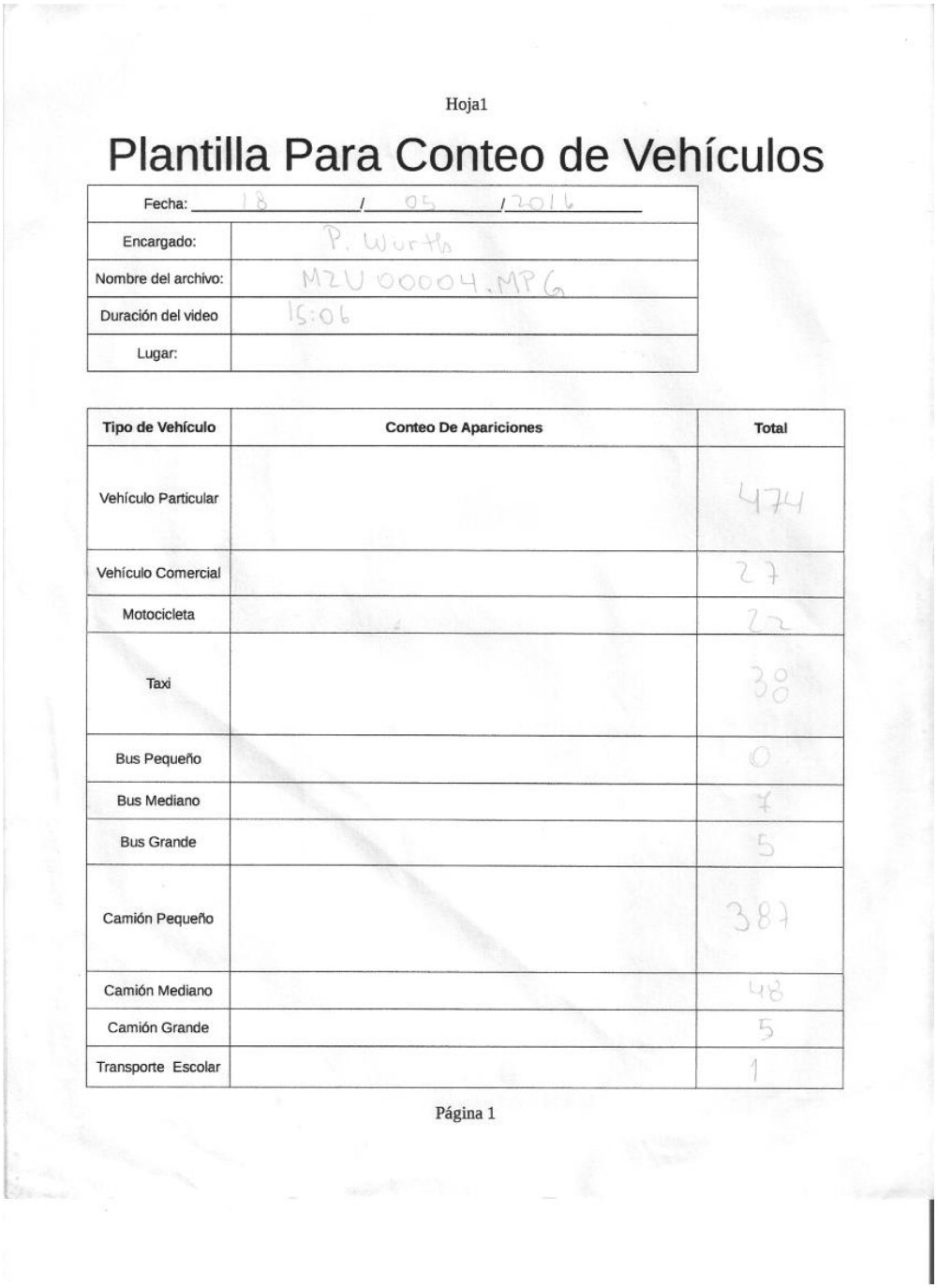
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	21 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	12hrs. MPG
Duración del video	15:17
Lugar:	Vitr_ AVE_ MAÑA

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		68
Vehículo Comercial		9
Motocicleta		9
Taxi		31
Bus Pequeño		2
Bus Mediano		7
Bus Grande		4
Camión Pequeño	34 28	92
Camión Mediano		9
Camión Grande		0
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura E.16: Plantilla de conteo 65



Hoja1

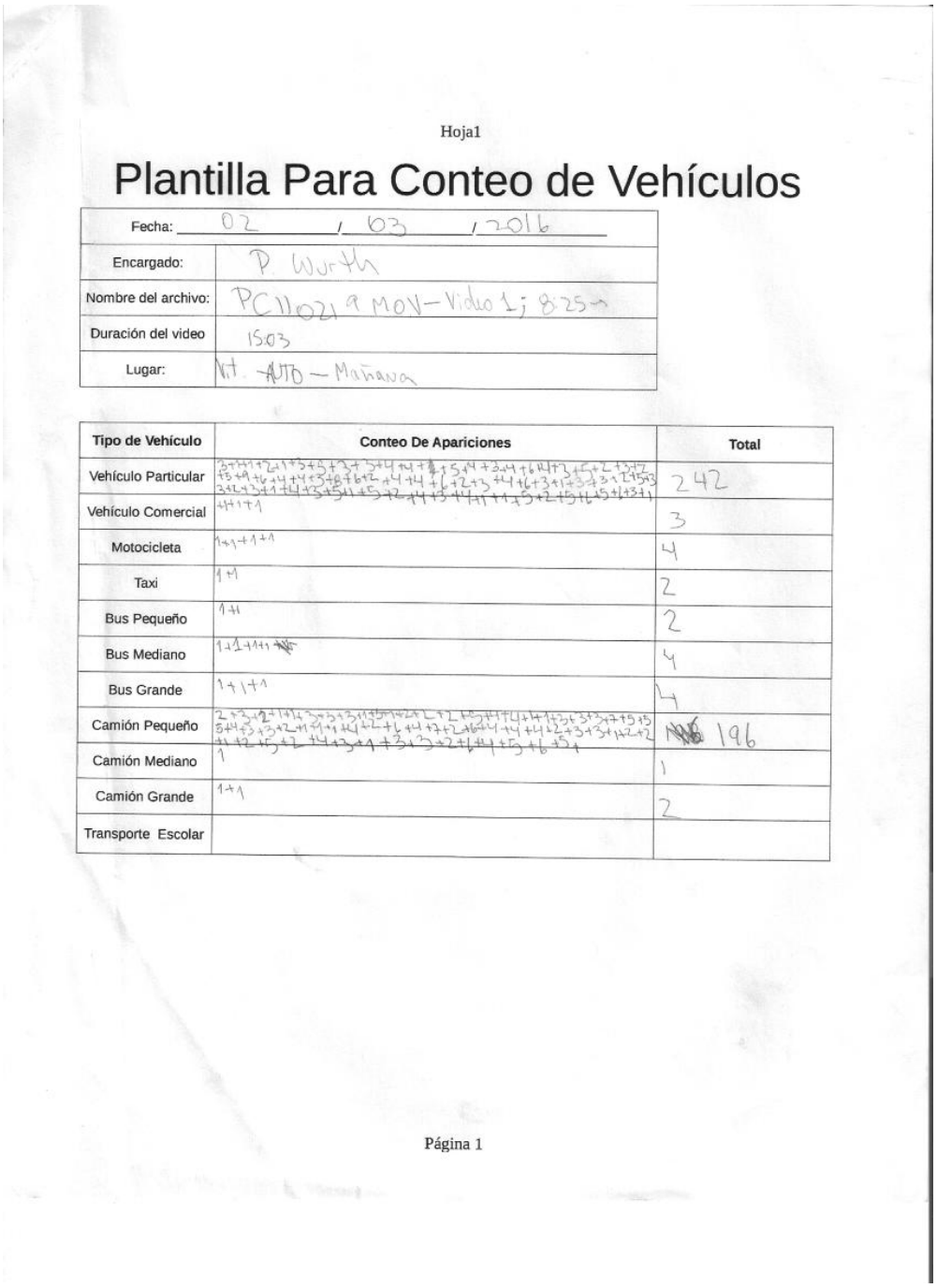
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha: 18 / 05 / 2016	
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	M2U00004.MPG
Duración del video	15:06
Lugar:	

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		474
Vehículo Comercial		27
Motocicleta		22
Taxi		300
Bus Pequeño		0
Bus Mediano		7
Bus Grande		5
Camión Pequeño		387
Camión Mediano		48
Camión Grande		5
Transporte Escolar		1

Página 1

Figura E.17: Plantilla de conteo 66



Hoja1

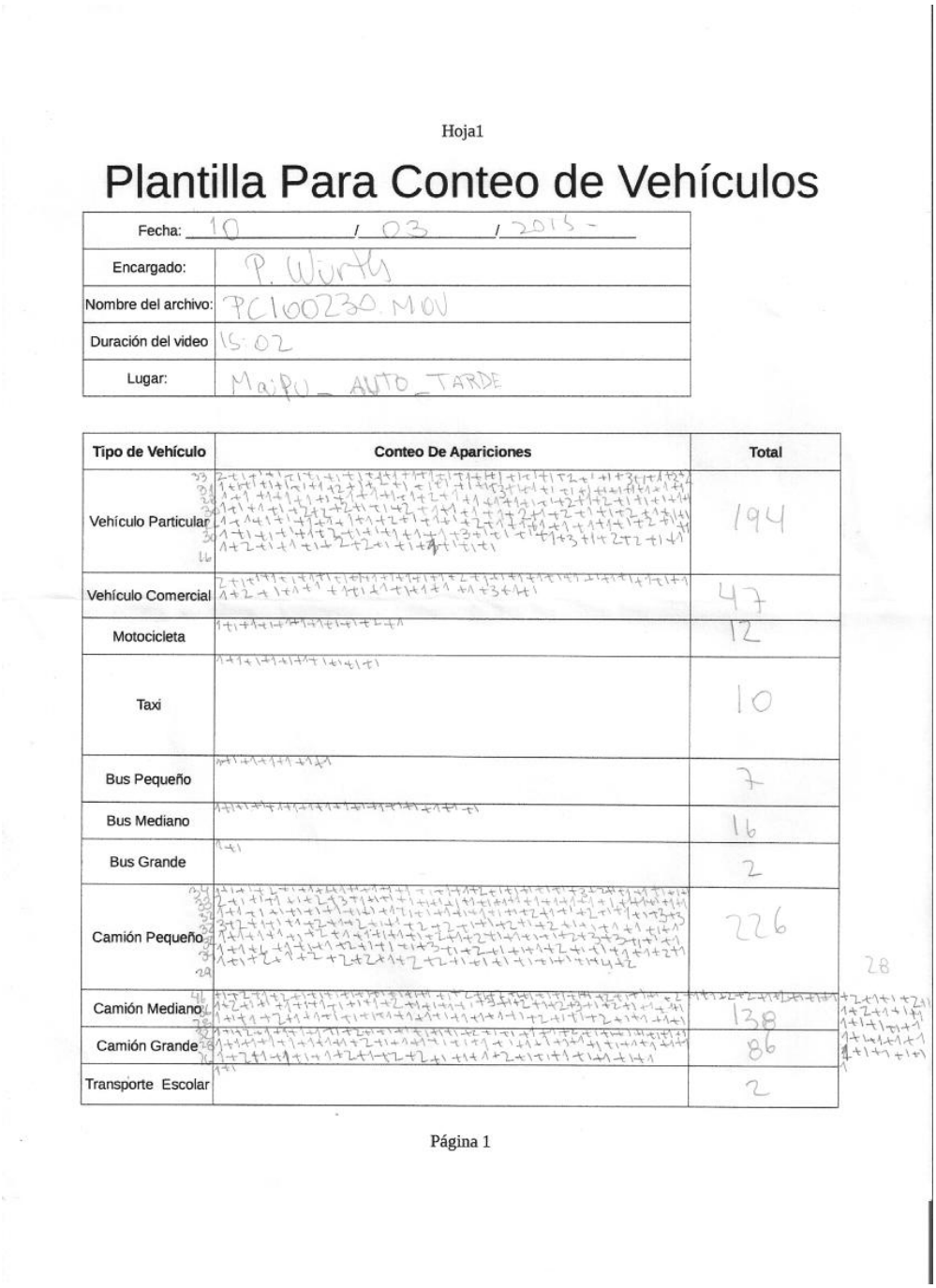
Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	02 / 03 / 2016
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC110219 MOV – Video 1; 8:25 –
Duración del video	15:03
Lugar:	Vit. Auto – Mañana

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		242
Vehículo Comercial		3
Motocicleta		4
Taxi		2
Bus Pequeño		2
Bus Mediano		4
Bus Grande		4
Camión Pequeño		196
Camión Mediano		1
Camión Grande		2
Transporte Escolar		

Página 1

Figura E.18: Plantilla de conteo 67



Hoja1

Plantilla Para Conteo de Vehículos

Fecha:	10 / 03 / 2015
Encargado:	P. Wurth
Nombre del archivo:	PC100230.MOV
Duración del video	15:02
Lugar:	MaiPU_AUTO_TARDE

Tipo de Vehículo	Conteo De Apariciones	Total
Vehículo Particular		194
Vehículo Comercial		47
Motocicleta		12
Taxi		10
Bus Pequeño		7
Bus Mediano		16
Bus Grande		2
Camión Pequeño		226
Camión Mediano		138
Camión Grande		86
Transporte Escolar		2

Página 1

Figura E.19: Plantilla de conteo 68