



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Informática y de Sistemas

**DESARROLLO DE UN APLICATIVO MÓVIL PARA EL
ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN EL CENTRO
DE LIMA**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Informático y de
Sistemas**

RUBY LUCETTE LOPEZ RAEZ

**Asesor:
Jonathan Zerpa**

**Lima - Perú
2018**

**DESARROLLO DE UN APLICATIVO MÓVIL PARA
EL ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN EL
CENTRO DE LIMA**

Índice de contenido

Problema de investigación	6
Planteamiento del problema.	6
Formulación del problema.	7
Justificación de la investigación.	7
Marco referencial	8
Antecedentes.	8
Marco teórico.	13
Teléfono inteligente.	13
Vehículo.	14
Embotellamiento.	16
Lima Centro.	17
Segmentación de ruta.	18
<i>Map Matching</i> / Mapa de Emparejamiento.	18
<i>Activity Recognition</i> / Reconocimiento de Actividad.	20
<i>Floating car data</i> / <i>Data Flotante de Carros</i> .	21
Objetivos e hipótesis	22
Objetivos.	22
Objetivo General.	22
Objetivos Específicos.	22
Hipótesis.	22
Hipótesis General.	22
Hipótesis Específicas.	22
Tipo y diseño de investigación	23
Tipo de investigación.	23
Diseño de investigación.	23
Explicación de las pantallas de la Aplicación sistema.	29
Explicación del servicio web del sistema.	33
Explicación de la base de datos del servidor del sistema.	37
Explicación de la arquitectura del servidor web.	47
Explicación de la arquitectura del sistema.	55
Costo del 1er año del proyecto.	56
Variables	59
Tipo de vehículo.	59
Fecha.	59
Ubicación (latitud y longitud).	59
Velocidad en punto del tiempo de un vehículo.	59

Congestión de tráfico en un segmento.	59
Participantes	59
Instrumentos de investigación	61
Procedimientos de recolección de datos	61
Plan de análisis	61
Presentación de resultados	63
Datos de Velocidades del SpeedView y la Aplicación.	63
Datos de Velocidades del Velocímetro del carro y la Aplicación.	65
Pruebas de código.	72
Mapa resumen de velocidad por zona.	77
Resúmenes Velocidad Aproximada por Zona.	77
Costos de la Aplicación.	86
Discusión	89
Comparación de Velocidades entre SpeedView y la Aplicación.	89
Comparación de Velocidades entre el Velocímetro y la Aplicación.	93
Prueba de hipótesis: Comparación de Velocidades entre SpeedView y la Aplicación	97
Prueba de hipótesis: Comparación de Velocidades entre Velocímetro y la Aplicación	98
Pruebas de código.	99
Mapa resumen de velocidad por zona.	99
Costos de la Aplicación.	99
Comprobación de la primera hipótesis específica: “Se puede determinar el flujo de tránsito vehicular en el Centro de Lima por sectores de la ciudad por medio de los teléfonos inteligentes.”.	100
Comprobación de la segunda hipótesis específica: “Se puede determinar el flujo de tránsito vehicular en el Centro de Lima por hora por medio de los teléfonos inteligentes.”.	102
Comprobación de la tercera hipótesis específica: “Se puede determinar el flujo de tránsito vehicular en el Centro de Lima por tipo de vehículo por medio de los teléfonos inteligentes.”.	102
Ejemplo aplicativo.	103
Semáforos Inteligentes.	103
Contaminación.	106
Contaminación sonora.	109
Estudios municipales para la ejecución de obras.	109
Estudios municipales para habilitar calles.	110
Conclusiones	111
Recomendaciones	112

Índice de tablas

Tabla 1. Parque Automotor en Circulación en Lima comparado a Nivel Nacional, Según Departamento, 2004-2012	15
Tabla 2. Parque Automotor de Lima comparado con el Nacional Estimado Por Clase De Vehículo: 2015	15
Tabla 3. "public.blocks" - Detalles de Columnas	41
Tabla 4. "public.blocks" - Tabla de Índices	42
Tabla 5. "public.records" - Detalles de Columnas	42
Tabla 6. "public.records" - Tabla de Índices	43
Tabla 7. "public.summaries" - Detalles de Columnas	43
Tabla 8. "public.summaries" - Tabla de Índices	43
Tabla 9. "public.summary_records" - Detalles de Columnas	44
Tabla 10. "public.summary_records" - Tabla de Índices	44
Tabla 11. "public.summary_vehicles" - Detalles de Columnas	45
Tabla 12. "public.summary_vehicles" - Tabla de Índices	45
Tabla 13. "public.travels" - Detalles de Columnas	46
Tabla 14. "public.travels" - Tabla de Índices	46
Tabla 15. "public.vehicle_types" - Detalles de Columnas	46
Tabla 16. "public.vehicle_types" - Tabla de Índices	47
Tabla 17. Hobby Dev - Costo del 1er año del proyecto	57
Tabla 18. Registro de velocidades del SpeedView y de la Aplicación	64
Tabla 19. Registro de datos del Velocímetro y la Aplicación	66
Tabla 20. Datos de velocidad promedio del SpeedView y velocidad de la Aplicación	68
Tabla 21. Datos de velocidad promedio del Velocímetro y velocidad de la Aplicación	70
Tabla 22. Casos de Prueba	72
Tabla 23. Pruebas de rendimiento – Prueba de carga	76
Tabla 24. Hobby Basic - Costo del 1er año del proyecto	86
Tabla 25. Servidor propio - Costo del 1er año del proyecto	88
Tabla 26. Comparación de Velocidades entre SpeedView y la Aplicación	90
Tabla 27. Velocidad según SpeedView y Velocidad calculada de la Aplicación	92
Tabla 28. Comparación de Velocidades entre el velocímetro y la <i>Aplicación</i>	94
Tabla 29. Velocidad según Velocímetro y Velocidad calculada de la Aplicación	96
Tabla 30. Prueba t para velocidad media de dos muestras – SpeedView contra Aplicación	98
Tabla 31. Prueba t para velocidad media de dos muestras – Velocímetro contra Aplicación	98
Tabla 32. Zonas con mayores problemas de tráfico	101

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Proceso para el reconocimiento de actividad	21
Ilustración 2. Proceso de interacción entre la aplicación y el Activity Recognition API	25
Ilustración 3. Pantalla principal de la Aplicación móvil	29
Ilustración 4. Pantalla de selección de tipo de vehículo de la Aplicación móvil	30
Ilustración 5. Arquitectura del sistema del lado del cliente	32
Ilustración 6. Block.rb	33
Ilustración 7. Record.rb	33
Ilustración 8. Blocks_controller.rb - create_all	34
Ilustración 9. Scheduler.rb - parte 1	35
Ilustración 10. Scheduler.rb - parte 2	36
Ilustración 11. Diagrama de la base de datos del servidor	38
Ilustración 12. Estructura de paquetes del servicio web	50
Ilustración 13. Arquitectura del sistema	55
Ilustración 14. Paquete Hobby Dev	58
Ilustración 15. Mapa resumen de velocidad por zona	77
Ilustración 16. Resúmenes Velocidad Aproximada por Zona	80
Ilustración 17. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día – Avenida Alfonso Ugarte	81
Ilustración 18. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día – Avenida Emancipación	81
Ilustración 19. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día – Avenida Paseo Colón	82
Ilustración 20. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día – Avenida Tacna	82
Ilustración 21. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día – Jirón Washington	83
Ilustración 22. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día por vehículo – Avenida Alfonso Ugarte	83
Ilustración 23. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día por vehículo – Avenida Emancipación	84
Ilustración 24. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día por vehículo – Avenida Paseo Colón	84
Ilustración 25. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día por vehículo – Avenida Tacna	85
Ilustración 26. Velocidad Aproximada (km/h) por hora del día por Vehículo – Jirón Washington	85
Ilustración 27. Velocidad Aproximada (km/h) – Avenida Alfonso Ugarte – Martes, 06-02-2018	86
Ilustración 28. Paquete Hobby Basic	87
Ilustración 29. Velocidad Registrada Durante el Recorrido - entre SpeedView y la Aplicación	91
Ilustración 30. Tendencia - entre SpeedView y la Aplicación	93
Ilustración 31. Velocidad Registrada Durante el Recorrido - entre el velocímetro y la Aplicación	95
Ilustración 32. Tendencia - entre el velocímetro y la Aplicación	97
Ilustración 33. Configuración de simulación de tráfico	104
Ilustración 34. Relación de frecuencia en función de la velocidad	105
Ilustración 35. Emisiones Vehiculares vs Industriales	107
Ilustración 36. Comparación de emisiones totales según las categorías vehiculares	108
Ilustración 37. Comparación de Tránsito vehicular promedio	108
Ilustración 38. Interface para la configuración de Heroku Scheduler; Error! Marcador no definido.	