

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE BAJO COSTO PARA LA
MONITORIZACIÓN DEL TRÁFICO DE VEHÍCULOS POR MEDIO DE LA
DETECCIÓN DE DISPOSITIVOS WIFI”**

FABRICIO JAVIER SANTANA CAMPOVERDE

Quito – 2017

Autoría

Yo, Fabricio Javier Santana Campoverde, portador de la cédula de ciudadanía No.1311390619, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Fabricio Javier Santana Campoverde

Índice de Contenido

Autoría.....	ii
Índice de Contenido	iii
Índice de Figuras	v
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Antecedentes	5
4. Objetivos	8
4.1. Objetivo General.....	8
4.2. Objetivos Específicos:	8
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	9
5.1. Equipamiento necesario para la captación de señales wifi.	9
5.2. Despliegue del sistema piloto en lugares seleccionados dentro de la Universidad Técnica de Manabí.....	12
5.3. Almacenar los datos en servicios de nube que permitan su acceso distribuido con fines de procesamiento y publicación.	17
5.3.1. Configuración de la Raspberry Pi	17
5.3.2. API de google.....	19
5.3.3. Scripts para la captación y procesamiento de los datos en la nube.	22
5.4. Analizar e interpretar los datos recolectados durante el período de prueba.	26

6.	Conclusiones y Recomendaciones	31
6.1	Conclusiones	31
6.2	Recomendaciones	32
	Bibliografía	33
	Anexos.....	36

Índice de Figuras

Figura 1: Tarjeta de red Usb Adp Wireless Tp-link Tl-wn722n	10
Figura 2: Computador Raspberry Pi 3 modelo B.....	11
Figura 3: Cajas de seguridad y protección de equipo	11
Figura 4: Campus Universitario	12
Figura 5: Puerta de acceso vehicular N°2	13
Figura 6: Garita de guardianía.....	13
Figura 7: Instalación de la Raspberry Pi	14
Figura 8: Implementación del segundo punto de captación.....	14
Figura 9: Segundo punto de captación	15
Figura 10: Distancia entre R1 y R2.....	15
Figura 11: Elevación de terreno entre los puntos de captación de datos	16
Figura 12: Configuración de equipos.....	17
Figura 13: Configuración de la tarjeta de red en modo monitor	18
Figura 14: Comandos para establecer el formato de salida de los datos captados.....	18
Figura 15: Datos captados en Archivo CSV	20
Figura 16: Datos filtrados almacenados en google drive	21
Figura 17: Código del archivo config.txt	22
Figura 18: Código del archivo config2.txt	22
Figura 19: Código del archivo Encrypting.....	23
Figura 20: Código del archivo Monitwifi	24
Figura 21: Código del archivo Microntab0	25
Figura 22: Código de archivo Prueba2.....	25

Figura 23: Código de archivo Prueba3.....	26
Figura 24: Código para leer el fichero en Matlab	27
Figura 25: Código de verificación de Mac.....	27
Figura 26: Código Text1 para cargar archivo y mostrar los resultados en Matlab	28
Figura 27: Cantidad de dispositivos captados	29
Figura 28: Cantidad de dispositivos captados forma lineal	30

1. Introducción

En el Ecuador son conocidos los problemas de congestión vehicular que se presentan en ciudades grandes y medianas. Específicamente en la ciudad de Portoviejo esta situación ha ido ganando relevancia y se ha constituido en la actualidad como uno de los problemas en los que se hace necesario el empleo de las técnicas más pertinentes de obtención y análisis de datos para poder tomar las decisiones más adecuadas.

En este contexto la evaluación del tráfico vehicular constituye actualmente un aspecto de especial importancia en el propósito de gestionar de una mejor manera la movilidad en ciudades y carreteras, a través de la captación, análisis y difusión de datos e información elaborada que puedan contribuir al diagnóstico de la situación actual, realizar estimaciones y extraer comportamientos y tendencias para la planificación de desarrollos futuros o un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Esto puede verse tanto desde la óptica de las autoridades en la toma de decisiones relacionadas con el tráfico o de los propios usuarios de las vías, que pueden estar entonces en una condición más informada para la elección de las mejores rutas. De lograr resultados positivos es de esperar la disminución de costos de operación, prevención o mitigación de atascos, con el consiguiente ahorro de tiempo y energía.

Con este fin es muy importante poder contar con un sistema que permita la monitorización del tráfico vehicular para proveer de datos a los sistemas encargados de extraer la información relevante para la toma de decisiones. Por otro lado, estos sistemas, más allá de su utilidad, traen consigo la necesidad de contar con un equipamiento que suele ser en general muy caro, o

requieren de acciones de intervención en la vía pública que pueden tener impacto en su funcionamiento y seguridad.

Algunos trabajos de investigación realizados en diferentes países, sobre todo los desarrollados, han mostrado la posibilidad de emplear la identificación de los dispositivos wifi, que se encuentran a bordo de los vehículos, como una alternativa barata y bastante eficiente en la estimación de los flujos de tráfico en las vías de transporte terrestre.

2. Justificación

El Ecuador presenta algunos elementos comunes con el entorno vehicular donde se han desarrollado estos experimentos. Entre ellos, el alto tráfico vehicular, que provoca congestiones importantes con regularidad y la gran penetración de tecnologías móviles, usadas de manera cotidiana por la mayoría de la población. Puede ser entonces que esta sea también una alternativa válida para el entorno particular.

Sin embargo, es prudente realizar algún ensayo a una escala menor y en condiciones más controladas, en un entorno donde no sea necesaria la ejecución de obras de envergadura, o se requiera obtener la autorización de organismos externos para su ejecución.

Un proyecto de despliegue de dos puntos de captación en lugares seleccionados de la Universidad Técnica de Manabí (UTM) permitirá evaluar las dificultades técnicas o de otro tipo en el despliegue de los equipos, adquirir experiencias en el manejo y configuración de las tecnologías empleadas, y en caso de ser necesario valorar su posible sustitución de acuerdo a las condiciones específicas del entorno. También será posible conocer su estabilidad, los requisitos específicos de instalación y protección, la calidad de los enlaces de datos para el almacenamiento de los datos en la nube.

Por otro lado, el análisis de la información recolectada, orientado sobre todo a la determinación de la efectividad del sistema de captación en cuanto a su cobertura, precisión y exactitud, entre otros aspectos, permitirá conocer en qué medida esta tecnología es capaz de detectar de una manera fiable los vehículos que circulan en su área de captación.

Todos estos aspectos deberán favorecer la realización de una propuesta de monitorización a las autoridades de la ciudad de Portoviejo u otras ciudades del Ecuador, con un mayor nivel de credibilidad y especificaciones más acordes con las condiciones reales del país. También la

experiencia adquirida y el desarrollo del equipo de trabajo se podrán mejorar sustancialmente las posibilidades de un desarrollo exitoso para después lograr implementar este proceso con un despliegue a mayor escala.

3. Antecedentes

Tradicionalmente se han venido utilizando diversos sistemas con el objetivo de detectar el paso y en algunos casos la identificación de vehículos en lugares seleccionados de la vía pública.

Entre los más conocidos se encuentran los llamados sistemas intrusivos entre los que se encuentran los dispositivos de tubos neumáticos, lazos inductivos, sensores piezoeléctricos y sensores magnéticos, mientras que como no intrusivos pueden mencionarse los sensores infrarrojos, radares de microondas, arreglos de sensores acústicos y sistemas de procesamiento de vídeo que pueden incluir el reconocimiento de caracteres para la identificación de matrículas [1], [2] entre otros. Como se ve no todos permiten estimar rutas de vehículos, teniendo en cuenta que no son capaces de identificarlos, lo cual puede incidir de manera significativa en un aumento de la complejidad y el costo de los sistemas a desplegar.

Más recientemente se han comenzado a utilizar sistemas que utilizan las señales de dispositivos wifi que se encuentren a bordo de los vehículos, tanto aquellos que están incorporados a los equipos que forman parte de las prestaciones del vehículo como los que llevan los pasajeros de este. Este enfoque representa una alternativa mucho más económica y sencilla para la estimación no sólo de la cantidad de vehículos que están pasando por el lugar donde se ubica el dispositivo de captación, sino que también ofrece la posibilidad de estimar rutas, en dependencia de una adecuada distribución de estos captadores.

Es común utilizar con este fin la identificación de las direcciones MAC que con carácter único tiene cada dispositivo. Este enfoque ha sido probado con éxito por investigadores en varios países, y se conoce de trabajos publicados tanto acerca de la extracción de información a partir de los datos colectados como de la evaluación de la efectividad del sistema en la estimación del tráfico vehicular.

Se ha investigado en la evaluación de la validez de este enfoque como sistema de captación del tráfico o en su comparación con otros sistemas más tradicionales cuya eficacia ha sido establecida con anterioridad [3]–[7]. Igualmente se conoce del desarrollo de sistemas que usan esta tecnología que han sido utilizados como una manera de estimar las condiciones y variabilidad de tráfico urbano o de autopistas de Estados Unidos, Australia y España [4], [8]–[12].

Desde hace algún tiempo se han venido desarrollando en la Universidad de Granada, en España, proyectos para la monitorización del tráfico vehicular mediante sistemas de bajo coste de identificación de señales wifi de los dispositivos a bordo de los vehículos, el almacenamiento de los datos en infraestructura de nube y la aplicación de técnicas de inteligencia computacional a la extracción de la información relevante de estos [12]–[14].

Existen relaciones de trabajo de varios años de docentes de la Facultad de Ciencias Informáticas de la UTM (FCI-UTM) con miembros del grupo de investigación de la universidad de Granada que han estado desarrollando estos proyectos y existe interés mutuo en la transferencia del conocimiento y las tecnologías involucradas para su implementación en proyectos en el Ecuador.

Este es un grupo de investigación consolidado, de una universidad que es primera de España en el ranking de Taiwán en el área de la informática, que en la actualidad ocupa una posición de relevancia entre los grupos de investigación dedicados a la computación evolutiva y que ha participado en una cantidad considerable de proyectos de investigación en esta área.

La realización de un proyecto de esta naturaleza en la UTM va más allá de los resultados directos de la investigación y de los beneficios de su aplicación a la solución de problemas de importancia en el entorno, como es el caso de la gestión del tráfico vehicular. Es importante tener

en cuenta que el trabajo de investigación desarrollado con la participación de los profesores de la universidad de Granada necesariamente debe tener un impacto en la formación de capacidades de investigación en los docentes, la publicación de resultados científicos y la asimilación de técnicas de avanzada en el campo de la informática, mejorando asimismo la visibilidad de la facultad de ciencias informáticas y de la UTM a nivel internacional.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Evaluar la factibilidad de un sistema de bajo coste para la estimación del comportamiento del tráfico vehicular por medio de la identificación de dispositivos wifi a bordo de los vehículos.

4.2. Objetivos Específicos:

- Elaborar el equipamiento necesario para la captación de señales wifi.
- Desplegar un sistema piloto en puntos de acceso seleccionados de la Universidad Técnica de Manabí.
- Almacenar los datos en servicios de nube que permitan su acceso distribuido con fines de procesamiento y publicación.
- Analizar e interpretar los datos recolectados durante el período de prueba.

5. Desarrollo Caso de Estudio

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo la estimación del comportamiento del tráfico vehicular por medio de la identificación de dispositivos wifi a bordo de los vehículos dentro de la Universidad Técnica de Manabí como proyecto piloto, con proyección a que se pueda implementar un macro proyecto a nivel de la ciudad si se logran los resultados esperados, debido a los bajos costos a relación a otros métodos comúnmente empleados en las diferentes ciudades del Ecuador, con esta tecnología permitiría cubrir zonas de mucho tráfico pudiendo así contabilizar el número de vehículos que pasan en un sector y saber las rutas que tome a lo largo de su camino, tanto al ir a su destino y el retorno del mismo, pudiendo estimar inclusive el tiempo que se demore en llegar de un sector a otro, pudiendo así estimar las horas y los lugares donde se formen colapsos vehiculares para que las autoridades de control puedan buscar soluciones que permitan mejorar el tráfico en las carreteras.

5.1. Equipamiento necesario para la captación de señales wifi.

El equipamiento que se utilizó en este trabajo de titulación fue 2 tarjetas de red inalámbricas Usb Adp Wireless High Gain Tp-link Tl-wn722n 150mbps para la captación de las señales Wifi de teléfonos celulares que van al interior de un vehículo que circulen cerca de los puntos de captación instalados en sectores estratégicos dentro de la universidad en donde el fluido vehicular es muy concurrido diariamente, 2 computadores Raspberry Pi 3 modelo B para el procesamiento de los datos y almacenamiento en la nube.



Figura 1: Tarjeta de red Usb Adp Wireless Tp-link Tl-wn722n

Elaborado por: TP-Link Technologies Co., Ltd.

El Raspberry Pi 3 B es un computador moderno de poca capacidad comparado a un computador de escritorio o portátil, pero muy útil para poder emplearlo en proyectos académicos con fines científicos, se usa por la gran ventaja por su pequeño tamaño y su bajo costo.

A nivel mundial se han realizado experimentos tecnológicos muy interesantes de los cuales se han basado en buscar soluciones a problemáticas tales como: Capturas de imágenes por medio de cámaras, técnica de reconocimiento de voz, sistema de alarma contra incendios, ayuda visual por medio de sensores para personas con discapacidad, entre otros.

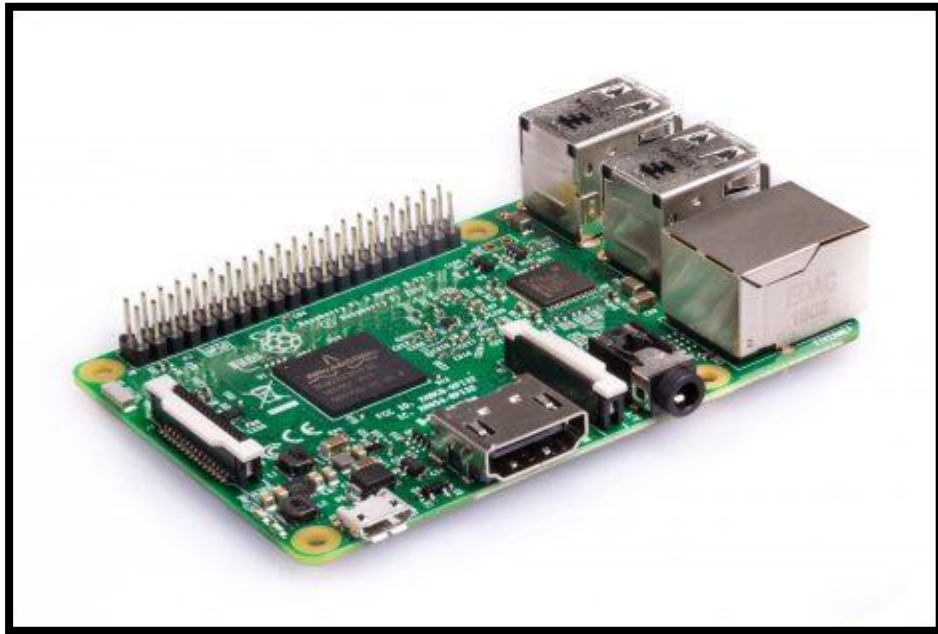


Figura 2: Computador Raspberry Pi 3 modelo B

Elaborado por: Raspberry Pi Foundation

Como material adicional se utilizó cable usb para conectar la tarjeta de red inalámbrica y la Raspberry Pi y dos cajas de plástico para brindar seguridad y protección a los equipos.



Figura 3: Cajas de seguridad y protección de equipo

Elaborado por: Autor de Tesis

5.2. Despliegue del sistema piloto en lugares seleccionados dentro de la Universidad

Técnica de Manabí.

El sistema piloto se lo implementó en la provincia de Manabí, cantón Portoviejo, parroquia “12 de marzo” sector Av. José María Urbina y calle Che Guevara, en las facultades, departamentos y áreas de la Universidad Técnica de Manabí.



Figura 4: Campus Universitario

Elaborado por: U.T.M.

El primer punto de captación se lo instaló en la puerta de acceso vehicular número dos de la UTM, específicamente en la caseta donde se reguarda el personal de vigilancia de la institución. El segundo punto de captación se implementó en un poste utilizado para tendido eléctrico ubicado en la Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación. En las figuras #, # se muestra en detalle la ubicación de los equipos de captación.



Figura 5: Puerta de acceso vehicular N°2

Elaborado por: Autor de tesis



Figura 6: Garita de guardianía

Elaborado por: Autor de tesis

En el interior de la garita se instaló el computador Raspberry Pi 3 modelo B en una de las paredes de la caseta muy cerca del techo falso lo que permitió la conexión mediante cable USB con la tarjeta de red inalámbrica ubicada en el exterior de la garita.



Figura 7: Instalación de la Raspberry Pi

Elaborado por: Autor de tesis

El segundo punto de captación se instaló en una caja de plástico para la protección de la Raspberry Pi y la antena inalámbrica USB, luego se implementó en el poste de tendido eléctrico. En las figuras #, # se muestra detalles de la instalación de los equipos.



Figura 8: Implementación del segundo punto de captación

Elaborado por: Autor de tesis



Figura 9: Segundo punto de captación

Elaborado por: Autor de tesis

El primer punto de captación identificado como R1 posee las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: $1^{\circ} 2'45.63''S$, Longitud: $80^{\circ}27'18.62''O$, Alcance: 302m, El segundo punto de captación identificado como R2 tiene una Latitud: $1^{\circ} 2'43.42''S$, Longitud: $80^{\circ}27'15.45''O$, Alcance: 302m. La distancia entre los dos puntos de captación de datos R1 y R2 es de 131 metros con una elevación de terreno aproximada de 53 metros.



Figura 10: Distancia entre R1 y R2

Elaborado por: Autor de tesis

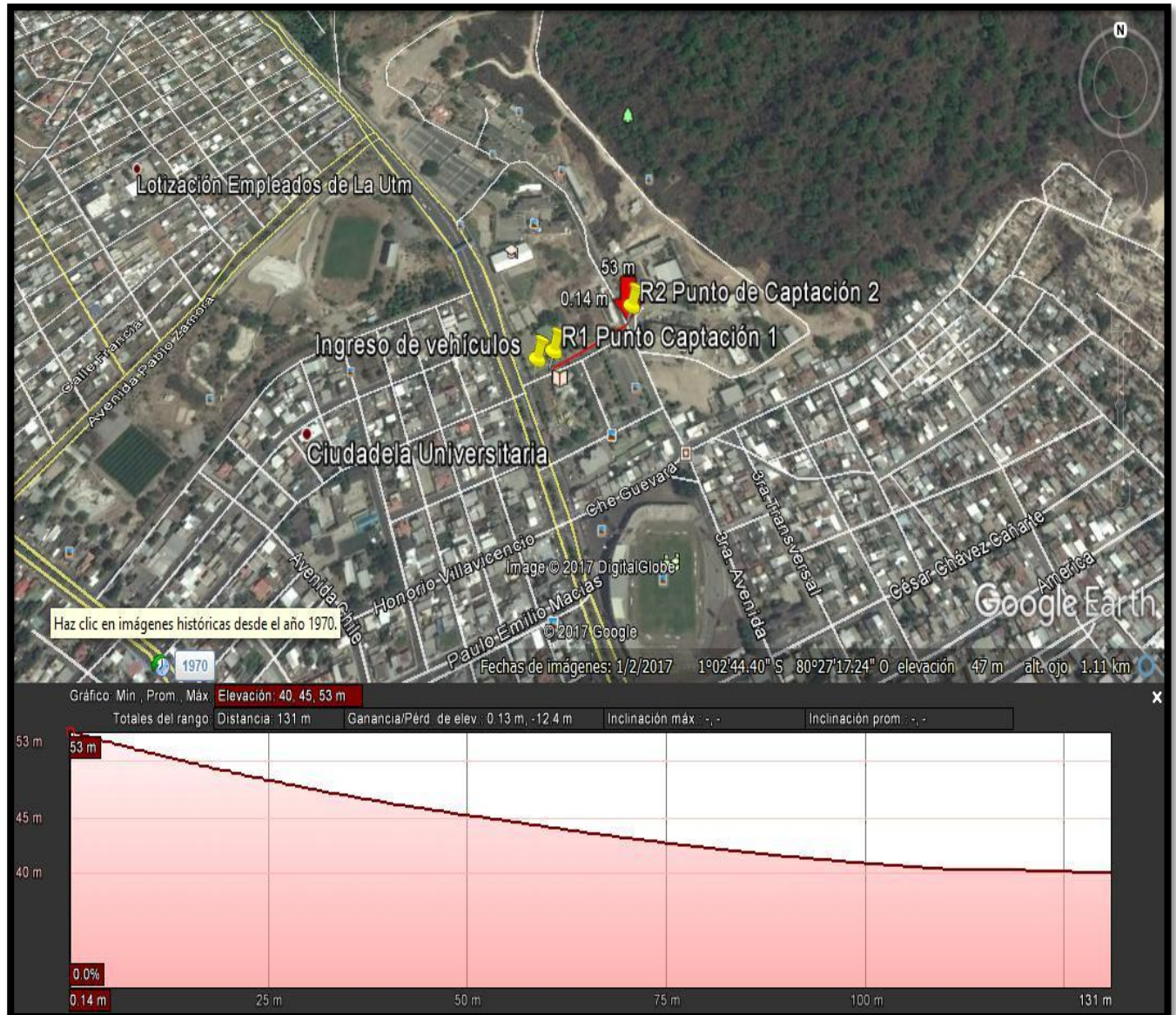


Figura 11: Elevación de terreno entre los puntos de captación de datos

Elaborado por: Autor de tesis

Los datos mostrados en las imágenes anteriores se obtuvieron mediante la herramienta Google Earth, misma que permitió establecer la ubicación de los puntos de captación y obtener las coordenadas geográficas, además mostró como resultado la distancia entre los dos puntos de captación y la elevación del terreno que existe entre los puntos.

5.3. Almacenar los datos en servicios de nube que permitan su acceso distribuido con fines de procesamiento y publicación.

Para almacenar los datos en la nube de manera automática se elaboró un conjunto de scripts que permitió la obtención fiable de los tiempos de acceso de cada uno de los dispositivos que circularon en el área aledaña a los puntos de captación. La configuración se realizó de manera tal que los datos captados fueran subidos directamente a una unidad de almacenamiento de Google Drive, disponibles en formato texto en archivos diarios por cada una de las estaciones de trabajo.



Figura 12: Configuración de equipos

Elaborado por: Autor de tesis

5.3.1. Configuración de la Raspberry Pi

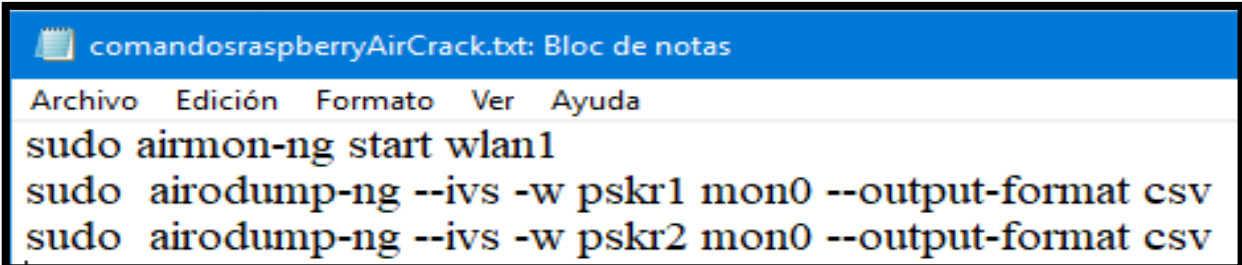
Para almacenar datos en la nube se realizó la configuración de la tarjeta de red inalámbrica USB conectada al computador Raspberry Pi activando la opción de modo monitor, se utilizó la herramienta Airodump-ng, la cual se encarga de captar el tráfico de red del entorno

inalámbrico, este algoritmo se utiliza para con la finalidad de capturar las direcciones MAC de los dispositivos celulares que van a bordo de los vehículos, con la particularidad que los dispositivos móviles deben de tener encendido el Wireless para que pueda estos puedan hacer el petitorio de red a los Access Point.

```
sudo airmon-ng start wlan1
```

Figura 13: Configuración de la tarjeta de red en modo monitor

Elaborado por: Autor de tesis



```
comandosraspberrypiAirCrack.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
sudo airmon-ng start wlan1
sudo airodump-ng --ivs -w pskr1 mon0 --output-format csv
sudo airodump-ng --ivs -w pskr2 mon0 --output-format csv
```

Figura 14: Comandos para establecer el formato de salida de los datos captados

Elaborado por: Autor de tesis

Los datos captados por airodump son procesados y almacenados en la carpeta de salvas, de forma que sólo suba al drive de google la información ya filtrada, se eliminó columnas con información no deseada (por ej. redes almacenadas en los dispositivos móviles). Luego se procedió a actualizar ficheros en la Raspberry pi cada una hora. Es importante mencionar que para no perder datos durante la salva se inicia una nueva instancia de airodump antes de detener la que se está ejecutando (puede ser usando dos ficheros 1.csv y 2.csv alternando).

Se determinó el formato de nombre de fichero diario en google drive: rXXXaaaammdd.csv, por ejemplo, la raspberry pi 1 el día 22 de octubre de 2016 su nombre es: r001pi20161022.csv. Los ficheros de cada raspberry están en una carpeta diferente en el drive de google. En este lugar de almacenamiento se encuentra un fichero diario en el cual se adiciona cada salva nueva por concatenación del fichero definitivo de ese día con el nuevo fichero subido.

5.3.2. API de google

Se logró unir los ficheros de una estación en uno solo sin la hora del día y envió a una carpeta y borró el fichero con la hora que se adicionó al fichero resumen del día. Este proceso se ejecutó cada 20 minutos, su función es revisar si hay algún fichero en el drive. Si existe, busca la carpeta de esa estación, dentro de esa carpeta busca el fichero de ese día, si no existe lo crea, y se hace append y borra el fichero del drive.

El archivo con formato csv contiene los datos captados por el sistema, entre los datos captados se muestra los siguientes: dirección MAC del dispositivo, dirección IP, canal, tipo de autenticación, cifrado, número de paquetes, beacons, velocidad y nombre de la red. Estos archivos con formato csv se encuentran almacenados en Google Drive en la cuenta rgb.proywifi@gmail.com que fue creada para cumplir con el objetivo planteado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3	BSSID, First time seen, Last time seen, channel, Speed, Privacy, Cipher, Authentication, Power, # beacons, # IV, LAN IP, ID-length, ESSID, Key											
4	68:72:51:0A:75:BC,	2017-03-09 00:05:33,	2017-03-09 00:29:33,	1,	54,	OPN,	,	-78,	12,	0,	0.0.0.0,	10, FCI_FFLCE_
5	2A:A4:3C:6D:0D:9F,	2017-03-09 00:02:36,	2017-03-09 00:27:36,	9,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-78,	17,	0,	0.0.0.0,	8, Edocent3,	
6	00:27:22:64:7A:0A,	2017-03-09 00:04:37,	2017-03-09 00:27:37,	11,	54,	OPN,	,	-84,	12,	0,	0.0.0.0,	15, UTMWIFIMEDICINA,
7	00:02:6F:3F:19:E3,	2017-03-09 00:00:33,	2017-03-09 00:26:33,	2,	11,	WEP,	WEP,	-81,	15,	1,	0.0.0.0,	9, San Pedro,
8	02:21:51:29:80:24,	2017-03-09 00:02:36,	2017-03-09 00:22:36,	10,	11,	OPN,	,	-1,	7,	0,	0.0.0.0,	8, HPEEC9E1,
9	E8:DE:27:EF:E1:FA,	2017-03-09 00:22:37,	2017-03-09 00:24:37,	11,	54,	WPA2WPA,	CCMP TKIP,PSK,	-88,	2,	0,	0.0.0.0,	22, PUNTONET_MENDOZA DARIO,
10	2A:A4:3C:6D:0D:71,	2017-03-09 00:00:02,	2017-03-09 00:26:38,	5,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-76,	197,	0,	0.0.0.0,	8, Edocent1,	
11	30:B5:C2:4C:01:CE,	2017-03-09 00:00:35,	2017-03-09 00:28:35,	6,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-85,	10,	2,	0.0.0.0,	12, Pinininita,	
12	68:72:51:0A:7A:66,	2017-03-09 00:09:35,	2017-03-09 00:28:35,	7,	54,	OPN,	,	-84,	9,	0,	0.0.0.0,	7, FCI_FCS,
13	00:0C:42:39:93:E6,	2017-03-09 00:01:41,	2017-03-09 00:28:33,	2,	12,	OPN,	,	-82,	7,	22,	192.168.70.170,	10, Network BZ,
14	0E:18:D6:47:85:D0,	2017-03-09 00:04:36,	2017-03-09 00:28:35,	8,	54,	OPN,	,	-66,	12,	0,	0.0.0.0,	13, UTM-FREE-WiFi,
15	0A:18:D6:47:85:D0,	2017-03-09 00:00:35,	2017-03-09 00:28:35,	8,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-65,	13,	0,	0.0.0.0,	8, Edocent2,	
16	84:16:F9:8A:91:54,	2017-03-09 00:01:41,	2017-03-09 00:29:34,	4,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-87,	9,	0,	0.0.0.0,	11, VINCULACION,	
17	6A:14:01:38:9E:76,	2017-03-09 00:03:38,	2017-03-09 00:29:35,	6,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-86,	0,	0,	0.0.0.0,	26, DIRECT-76-HP M477 LaserJet,	
18	20:3A:07:E0:89:30,	2017-03-09 00:05:37,	2017-03-09 00:29:36,	10,	54,	OPN,	,	-85,	7,	0,	0.0.0.0,	7, UTMWIFI,
19	68:72:51:0A:7A:7B,	2017-03-09 00:07:40,	2017-03-09 00:29:37,	12,	54,	OPN,	,	-84,	12,	0,	0.0.0.0,	16, UTM-WIFI-GRATIS,
20	C8:3A:35:52:96:48,	2017-03-09 00:00:35,	2017-03-09 00:29:35,	6,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-84,	7,	0,	0.0.0.0,	10, LENOVO UTM,	
21	0A:18:D6:47:86:06,	2017-03-09 00:01:22,	2017-03-09 00:29:34,	4,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-84,	62,	0,	0.0.0.0,	8, Edocent5,	
22	0E:18:D6:47:86:06,	2017-03-09 00:00:07,	2017-03-09 00:29:34,	4,	54,	OPN,	,	-83,	80,	0,	0.0.0.0,	13, UTM-FREE-WiFi,
23	00:0C:42:6B:95:26,	2017-03-09 00:01:22,	2017-03-09 00:29:34,	4,	54,	WPA2WPA,	CCMP TKIP,PSK,	-82,	45,	0,	0.0.0.0,	4, UTM3,
24	00:15:6D:64:9C:5F,	2017-03-09 00:04:37,	2017-03-09 00:29:37,	11,	12,	OPN,	,	-80,	10,	0,	0.0.0.0,	9, Network Z,
25	A4:2B:80:F5:65:28,	2017-03-09 00:00:34,	2017-03-09 00:29:34,	5,	54,	WPA2, CCMP,PSK,	-78,	170,	13,	0.0.0.0,	6, Piso 2,	
26	2E:A4:3C:6D:0D:9F,	2017-03-09 00:00:36,	2017-03-09 00:29:36,	9,	54,	OPN,	,	-78,	9,	0,	0.0.0.0,	13, UTM-FREE-WiFi,
27	20:3A:07:E0:BA:F0,	2017-03-09 00:00:34,	2017-03-09 00:29:34,	5,	54,	OPN,	,	-77,	203,	39,	0.0.0.0,	7, UTMWIFI,
28	00:80:48:4E:8F:85,	2017-03-09 00:02:35,	2017-03-09 00:29:35,	8,	54,	OPN,	,	-76,	16,	6,	10.10.100.62,	9, mundodigi,
29	00:27:22:18:6D:3C,	2017-03-09 00:00:36,	2017-03-09 00:29:36,	9,	54,	WPA,	TKIP,PSK,	-75,	14,	42,	0.0.0.0,	7, CPUNTO2,

Figura 15: Datos captados en Archivo CSV

Elaborado por: Autor de tesis

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Station MAC	First time seen	Last time seen	Power	# packets	BSSID	Probed ESSIDs		
3	5b1434991aa1c9	1/14/2017 23:55:33	1/14/2017 23:58:47	-90	13	(not associated)	M. FINANZAS		
4	a6f25d9b9e88393	1/14/2017 23:46:01	1/14/2017 23:52:08	-84	34	(not associated)	LABORATORIO	UTMWIFI	OFICINA
5	aad75ca6fde5fe3	1/14/2017 23:49:17	1/14/2017 23:51:11	-74	7	(not associated)			
6	237b108e78f18ca	1/14/2017 23:52:22	1/14/2017 23:52:22	-88	1	(not associated)			
7	8fc315ba0ac9c7c	1/14/2017 23:43:07	1/14/2017 23:52:41	-80	29	(not associated)	MOVISTAR WIFI		
8	b6f66108c47feca	1/14/2017 23:54:12	1/14/2017 23:58:31	-82	18	(not associated)			
9	64ce8e67f90328	1/14/2017 23:54:04	1/14/2017 23:58:45	-84	37	(not associated)	gianpris CNT	UTMWIFI	
10	5ed167bcee69c0	1/14/2017 23:30:15	1/14/2017 23:59:44	-92	164	(not associated)	San Juan		
11	b9367b97e38d8a	1/14/2017 23:56:26	1/14/2017 23:59:46	-86	4	(not associated)			
12	df24efdcd790aaf	1/14/2017 23:58:14	1/14/2017 23:59:02	-86	6	(not associated)	MOVISTAR WIFI		
13	e46fcc36cc9184f	1/14/2017 23:57:36	1/14/2017 23:59:28	-86	5	(not associated)			
14	377e8f3c3544e7b	1/14/2017 23:30:02	1/14/2017 23:59:41	-82	193	(not associated)			
15	b2a21dc3cf4bf46	1/14/2017 23:57:05	1/14/2017 23:59:36	-80	5	(not associated)			
16	9ce001eba295b8	1/14/2017 23:30:14	1/14/2017 23:59:54	-80	186	(not associated)			
17	4ddd5aa1dd1353	1/14/2017 23:30:04	1/14/2017 23:59:40	-74	240	(not associated)	vport-24A43C6C0E86		
18	f306c511ffdc868e	1/14/2017 23:30:08	1/14/2017 23:59:46	-72	194	(not associated)			
19	beee859875581f3	1/14/2017 23:30:04	1/14/2017 23:59:46	-70	241	(not associated)	vport-0418D646874B		
20	fc8e40a610768d4	1/14/2017 23:30:15	1/14/2017 23:59:42	-62	189	(not associated)	vport-0418D64685D0		
21	43c097f3a6a7fb4	1/14/2017 23:30:10	1/14/2017 23:59:52	-8	380	(not associated)	UTMWIFI		
22	339b98eecb83e5	1/14/2017 23:30:11	1/14/2017 23:59:30	0	1739	20:3A:07:E0:89:30			
23	bd03fc4273f082b	1/14/2017 23:59:52	1/14/2017 23:59:52	-84	2	(not associated)	FAMILIA LOOR		

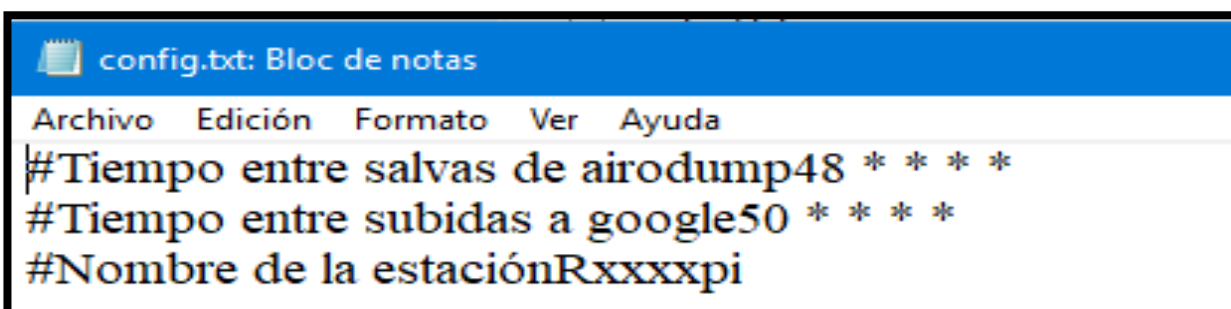
Figura 16: Datos filtrados almacenados en google drive

Elaborado por: Autor de tesis

5.3.3. Scripts para la captación y procesamiento de los datos en la nube.

A continuación, se muestra en detalle los scripts creados utilizando el cron de Linux para la captación de datos, ordenamiento y procesamiento de los ficheros y mecanismos para subir la información al google drive. Los scripts se ejecutan de forma automática en la fecha y hora establecida en el código.

- **Config.txt.-** Este archivo ejecuta airodump en el minuto 48 de cada hora, y sube la información a google drive en el minuto 50 de cada hora.



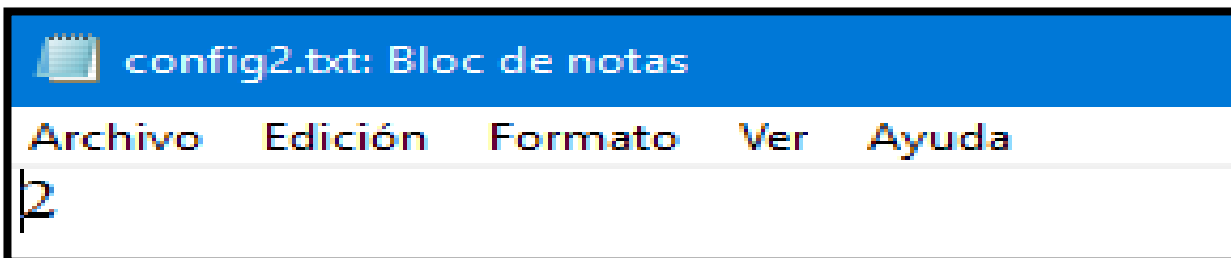
```

config.txt: Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
#Tiempo entre salvas de airodump48 * * * *
#Tiempo entre subidas a google50 * * * *
#Nombre de la estaciónRxxxxpi
  
```

Figura 17: Código del archivo config.txt

Elaborado por: Autor de tesis

- **Config2.txt.-** Este archivo tiene almacenado el número 2 y se utiliza para concatenar el fichero definitivo de ese día con el nuevo fichero subido.



```

config2.txt: Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
2
  
```

Figura 18: Código del archivo config2.txt

Elaborado por: Autor de tesis

- **Encrypting.-** La MAC se encripta con SHA512 en el momento en que se va a mover el fichero de datos a la carpeta de datos.

```

1  #!/usr/bin/python
2  import hashlib
3
4
5  config = open('/home/pi/config2.txt','r')
6  var= config.read();
7  config.close()
8  MAC="/home/pi/pskr" + var + "-01.csv"
9
10 infile = open(MAC,'r')
11 documento= infile.read()
12 array = documento.split("\n")
13 infile.close()
14 lenght= len(array)
15 cont=0
16
17 for i in range(lenght-2):
18     if cont == 1:
19         lgt=len(array[i])
20         encrip = hashlib.new("sha512",array[i][0:16])
21         array[i]= encrip.hexdigest() + array[i][17:lgt]
22         fichero = fichero + array[i] + "\n"
23     if array[i][0:7] == "Station":
24         cont=1
25         fichero = array[i] + "\n"
26
27 outfile = open(MAC,'w')
28 outfile.write(fichero)
29 outfile.close()

```

Figura 19: Código del archivo Encrypting

Elaborado por: Autor de tesis

- **Monitwifi.-** Es el servicio que está en la carpeta init.d del sistema operativo para que se ejecute cada vez que la raspberry inicializa.

```

4  sudo rm -r /home/pi/microntab0
5  sudo rm -r /home/pi/microntab1
6  crontab -r
7
8  salvas=$(head -2 /home/pi/config.txt | tail -1)
9  crontab -l > microntab0
10 echo "$salvas sh /home/pi/prueba2.sh" >> microntab0
11 crontab microntab0
12
13 upload=$(head -4 /home/pi/config.txt | tail -1)
14 crontab -l > microntab1
15 echo "$upload sh /home/pi/prueba3.sh" >> microntab1
16 crontab microntab1
17 #####
18 sudo python /home/pi/encrypting.py
19
20 VAR=$(head -1 /home/pi/config2.txt)
21
22 if [ $VAR = 1 ];
23 then
24     sed s/1/2/g /home/pi/config2.txt > /home/pi/config3.txt
25 else
26     sed s/2/1/g /home/pi/config2.txt > /home/pi/config3.txt
27 fi
28
29 rm -r /home/pi/config2.txt
30 mv /home/pi/config3.txt /home/pi/config2.txt
31
32 VAR2=$(head -1 /home/pi/config2.txt)
33 VAR3=$(tail -1 /home/pi/config.txt)
34
35 DIA=$(date +%Y_%m_%d)
36 HORA=$(date +%H:%M)
37
38 for i in $(find /home/pi -type f -name "pskr$VAR2-01.csv");
39 do
40 mv /home/pi/pskr$VAR2-01.csv /home/pi/monitwifi_folder/$DIA-$HORA-$VAR3.csv
41 rm -r /home/pi/pskr$VAR2-01.ivs
42 done;
43
44 sudo airmon-ng start wlan0
45 sudo airmon-ng start wlan1
46 sudo airodump-ng --ivs -w pskr$VAR mon0 --output-format csv &

```

Figura 20: Código del archivo Monitwifi

Elaborado por: Autor de tesis

- **Microntab0.-** En el minuto 48 de cada hora ejecuta a prueba2.sh ; En el minuto 50 de cada hora ejecuta a prueba3.sh

```

1 |48 * * * * sh /home/pi/prueba2.sh
2 |50 * * * * sh /home/pi/prueba3.sh

```

Figura 21: Código del archivo Microntab0

Elaborado por: Autor de tesis

- **Prueba2.-** Arranca o restablece el airodump encripta la mac en el minuto 48 de cada hora, mueve el archivo con formato csv de la estación a la carpeta de subida con el nombre codificado con fecha-hora-nombre de la estacion.csv

```

1  #!/bin/sh
2  #/etc/init.d/monitwifi
3
4  J=0;
5  # comprobar si el airodump esta ejecutandose
6  for i in $(ps -e | grep airodump);
7  do
8      J=$((J+1));
9
10     if [ $J = 1 ];
11     then
12         K=$i;
13     fi
14 done;
15
16 VAR=$(head -1 /home/pi/config2.txt)
17
18 if [ $VAR = 1 ];
19 then
20     sed s/1/2/g /home/pi/config2.txt > /home/pi/config3.txt
21 else
22     sed s/2/1/g /home/pi/config2.txt > /home/pi/config3.txt
23 fi
24
25 rm -r /home/pi/config2.txt
26 mv /home/pi/config3.txt /home/pi/config2.txt
27
28 VAR2=$(head -1 /home/pi/config2.txt)
29
30 sudo airodump-ng --ivs -w pskr$VAR mon0 --output-format csv &
31
32 sudo kill -9 $K
33 #encriptar la mac
34 sudo python /home/pi/encripting.py
35
36 sleep 20
37 # salva el fichero csv componiendo el nombre con el nombre de la estacion-la fecha -lahora.csv
38 DIA=$(date +%Y_%m_%d)
39 HORA=$(date +%H:%M)
40 VAR3=$(tail -1 /home/pi/config.txt)
41 # mueve el fichero listo para subir al google a la carpeta de subida
42 mv /home/pi/pskr$VAR2-01.csv /home/pi/monitwifi_folder/$DIA-$HORA-$VAR3.csv
43 rm -r /home/pi/pskr$VAR2-01.csv

```

Figura 22: Código de archivo Prueba2

Elaborado por: Autor de tesis

- **Prueba 3.-** En el minuto 50 de cada hora recorre la carpeta de subida y todos los ficheros con formato csv de esa carpeta son subidos al google drive.

```

1 |#!/bin/sh
2 |#/etc/init.d/monitwifi
3 |
4 |# recorrer todos los ficheros de la carpeta /home/pi/monitwifi_folder
5 |# y subirlos al google
6 |if netcat -z google.com 80;
7 |then
8 |    for i in $(ls /home/pi/monitwifi_folder);
9 |    do
10 |        status=$(/home/pi/gdrive-linux-rpi upload "/home/pi/monitwifi_folder/$i")
11 |        sleep 2
12 |        B=$(echo $status | grep -o 'Error')
13 |# si se subió el fichero sin error es borrado de la carpeta
14 |    if [ $B != 'Error' ];
15 |    then
16 |        sudo rm -r "/home/pi/monitwifi_folder/$i"
17 |    else
18 |        echo $B
19 |    fi
20 |done;
21 |fi

```

Figura 23: Código de archivo Prueba3

Elaborado por: Autor de tesis

5.4. Analizar e interpretar los datos recolectados durante el período de prueba.

El análisis de la información recolectada, se orientó sobre todo a la determinación de la efectividad del sistema de captación en cuanto a su cobertura, precisión y exactitud, entre otros aspectos, permitió conocer en qué medida esta tecnología es capaz de detectar de una manera fiable los vehículos que circulan en su área de captación.

Se elaboró programas en Matlab para el procesamiento y análisis de la información captada presente en Google Drive, lo que permitió conocer el comportamiento de la entrada y salida de dispositivos móviles en la Universidad Técnica de Manabí, lo que confirmó la posibilidad de utilizar esta técnica en la estimación de la movilidad en el acceso a la universidad.

```

1 function r = LeerFichDat(filename)
2 f = fopen(filename,'r');
3 i = 1;
4 s = fgets(f); % eliminar líneas 1 y 2
5 s = fgets(f);
6 s = fgets(f);
7 while s~-1
8     [ix] = strfind(s,',');
9     if isempty(ix) s = fgets(f); continue; end;
10    chk = sum(ix(1:3) - [18 39 60]);
11    if(chk) s = fgets(f); continue; end;
12    s(30) = '/'; s(51) = '/'; % para invocar funciones de conversión de fechas
13    r(i).mac = s(1:ix(1)-1);
14    r(i).ts1 = datevec(s(20:38));
15    r(i).tn1 = datenum(s(20:38));
16    r(i).ts2 = datevec(s(41:59));
17    r(i).tn2 = datenum(s(41:59));
18    s = fgets(f);
19    i=i+1
20 end
21 a=5;

```

Figura 24: Código para leer el fichero en Matlab

Elaborado por: Autor de tesis

Este código permite leer el archivo con los datos captados y muestra los resultados de forma gráfica en el software Matlab. El siguiente código indica si la mac de un dispositivo que ha pasado por el primer punto de captación, pasó por el segundo punto de captación.

```

1 function [ix] = parMAC(r1,r2)
2 %UNTITLED Summary of this function goes here
3 % Detailed explanation goes here
4 lnR1 = length(r1); lnR2 = length(r2);
5 macLn = 17;
6 ixA = [0;0];
7 for i = 1:lnR1
8     mac1 = r1(i).mac;
9     [mac2] = horzcat(r2(1:end).mac);
10    ix00 = strfind(mac2,mac1);
11    if(isempty(ix00))
12        continue; end;
13    ix0 = ((ix00-1)/macLn +1); % índices donde la mac de un tlf del pto 1 aparece en el pto 2
14    % ix0 = {((ix00-1)/macLn +1)}; % índices donde la mac de un tlf del pto 1 aparece en el pto 2
15    % ix{i}= ix0;
16    ix1(1:length(ix0)) = i;
17    ix2 = vertcat(ix1,ix0);
18    ixA = horzcat(ixA,ix2);
19    % disp(i)
20    clear ix1, clear ix2;
21 end
22 ix = ixA(:,2:end); % eliminar el primer elemento que se puso en 0,0
23 aaaaaa = 5;
24 end

```

Figura 25: Código de verificación de Mac

Elaborado por: Autor de tesis

El siguiente código carga el archivo desde la dirección /media/Datos/rgb/1_Syncr/1_Trabajo/2016-2017/CyT/ProyectoWIFIBT/14-15junio/pskr1-01.csv'. Carga los datos de los puntos de captación (R1, R2) y toma en cuenta las direcciones MAC que han pasado por R1 y R2. Se establece que la gráfica muestre con línea roja los dispositivos que salen y con línea azul los que entran a la UTM, además la hora desde 0 hasta 23 y la cantidad de dispositivos captados.

```

1 filename = '/media/Datos/rgb/1_Syncr/1_Trabajo/2016-2017/CyT/Proyecto WIFI BT/14-15junio/pskr1-01.csv';
2 % r1 = LeerFichDat(filename);
3 filename = '/media/Datos/rgb/1_Syncr/1_Trabajo/2016-2017/CyT/Proyecto WIFI BT/14-15junio/pskr2-01.csv';
4 % r2 = LeerFichDat(filename);
5 % save('r1Dat1415jun.mat','r1');
6 % save('r2Dat1415jun.mat','r2');
7 load('r1Dat1415jun.mat');
8 load('r2Dat1415jun.mat');
9 % [ix] = parMAC(r1,r2);
10 % save('ix1415.mat','ix');
11 load('ix1415.mat');
12 ix1 = ix(1,:);
13 ix2 = ix(2,:);
14 t1=[r1(ix1).tn1]; t2 = [r2(ix2).tn1];
15 h1 = [r1(ix1).tn1] - 5/24; % las raspberrys tienen 5 horas de adelanto
16 h1str = datestr(h1);
17 h1vec = datevec(h1);
18 sgn = 2 * (t2 > t1) - 1;
19 t = (t2 - t1); % t queda en días
20 tConv = t * 1440; % 60 *24 = 1440 tiempo en minutos
21 % límite 700
22 tLim = 700;
23 ixEntran = find(tConv>0 & tConv<tLim);
24 ixSalen = find(tConv<0 & tConv>-tLim);
25 ixIndef = find(tConv==0);
26 ixOutRang = find(tConv>tLim | tConv<-tLim);
27 horaEntran = h1vec(ixEntran,4);
28 horaSalen = h1vec(ixSalen,4);
29 % plotear carros individuales por hora
30 plot(horaEntran,tConv(ixEntran),'line','none','marker','x');
31 hold;
32 line(horaSalen,tConv(ixSalen),'line','none','marker','x','color','r');
33 z = 0:25;
34 y(1:length(z))=0;
35 line(z,y)
36
37 for i = 1 : 24
38     cntEntran(i) = sum(horaEntran==i-1);
39     cntSalen(i) = sum(horaSalen==i-1);
40 end
41 plot(0:23,cntEntran,'line','-','marker','x','color','b');
42 hold;
43 line(0:23,cntSalen,'line','-','marker','x','color','r');
44 y(1:length(z))=0;
45 line(z,y)
46 figure(2);
47 cntTot= [cntEntran,cntSalen];
48 bar(0:23,cntTot,'stacked');
49 aaaa = 5;

```

Figura 26: Código Text1 para cargar archivo y mostrar los resultados en Matlab

Elaborado por: Autor de tesis

En la figura #, se muestra la entrada y salida de los dispositivos captados, el eje X representa la hora de entrada con barras de color azul y la hora de salida con barras de color rojo. El eje Y representa la cantidad de dispositivos que fueron captados por el sistema.

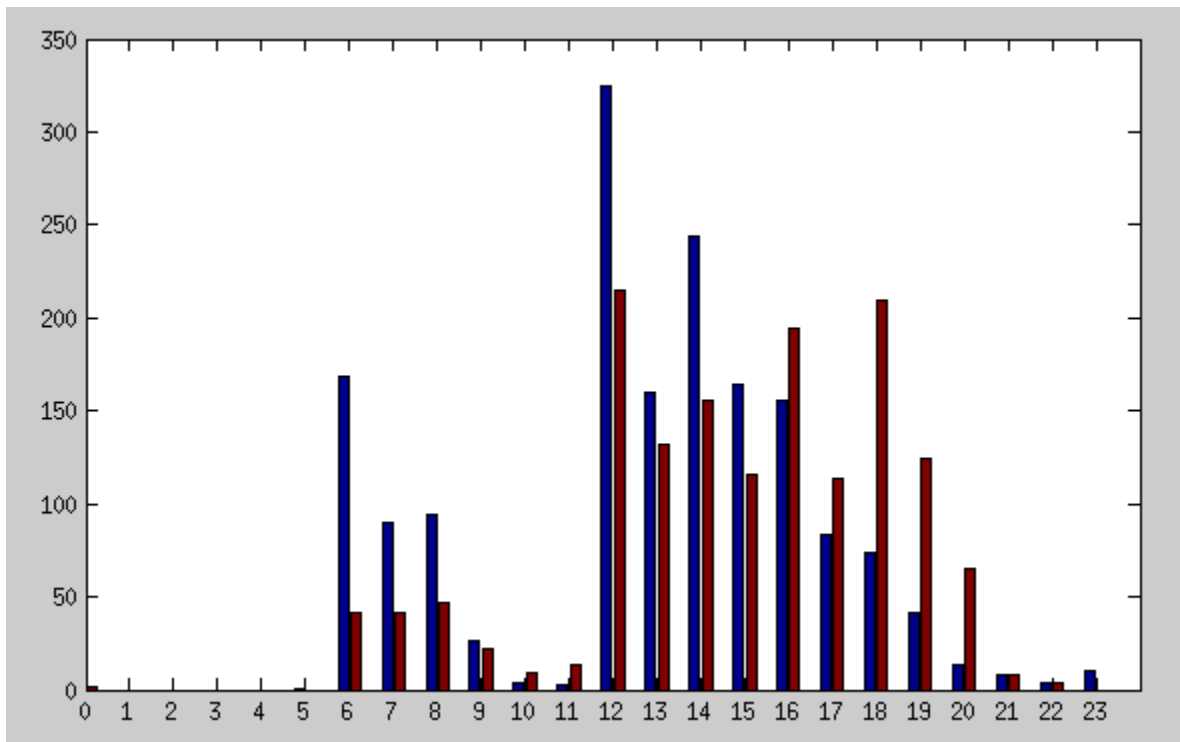


Figura 27: Cantidad de dispositivos captados

Elaborado por: Autor de tesis

La gráfica muestra que la cantidad máximo de dispositivos que ingresó fue de 320 y la cantidad de dispositivos que salieron fue de 220, estos resultados se dieron en horario del medio día, específicamente a las 12H00. A las 14H00 se registra el segundo ingreso más alto con 250 dispositivos ingresados y 150 que salieron. Otro horario en el que se muestra una cantidad importante de ingreso de dispositivos fue a las 06H00 con 160. Entre las 16H00 y 19H00 se registra un aproximado de 250 dispositivos que salieron de la Universidad Técnica de Manabí.

La figura # , muestra los resultados de forma lineal y con puntos, la línea azul representa la cantidad de dispositivos que ingresa y la línea roja la cantidad que sale. El eje X representa el horario el cual fue establecido desde 0 hasta 25 tomando saltos de 5 horas, el eje Y representa el número de dispositivos entre 0 hasta 350 tomando saltos de 50.

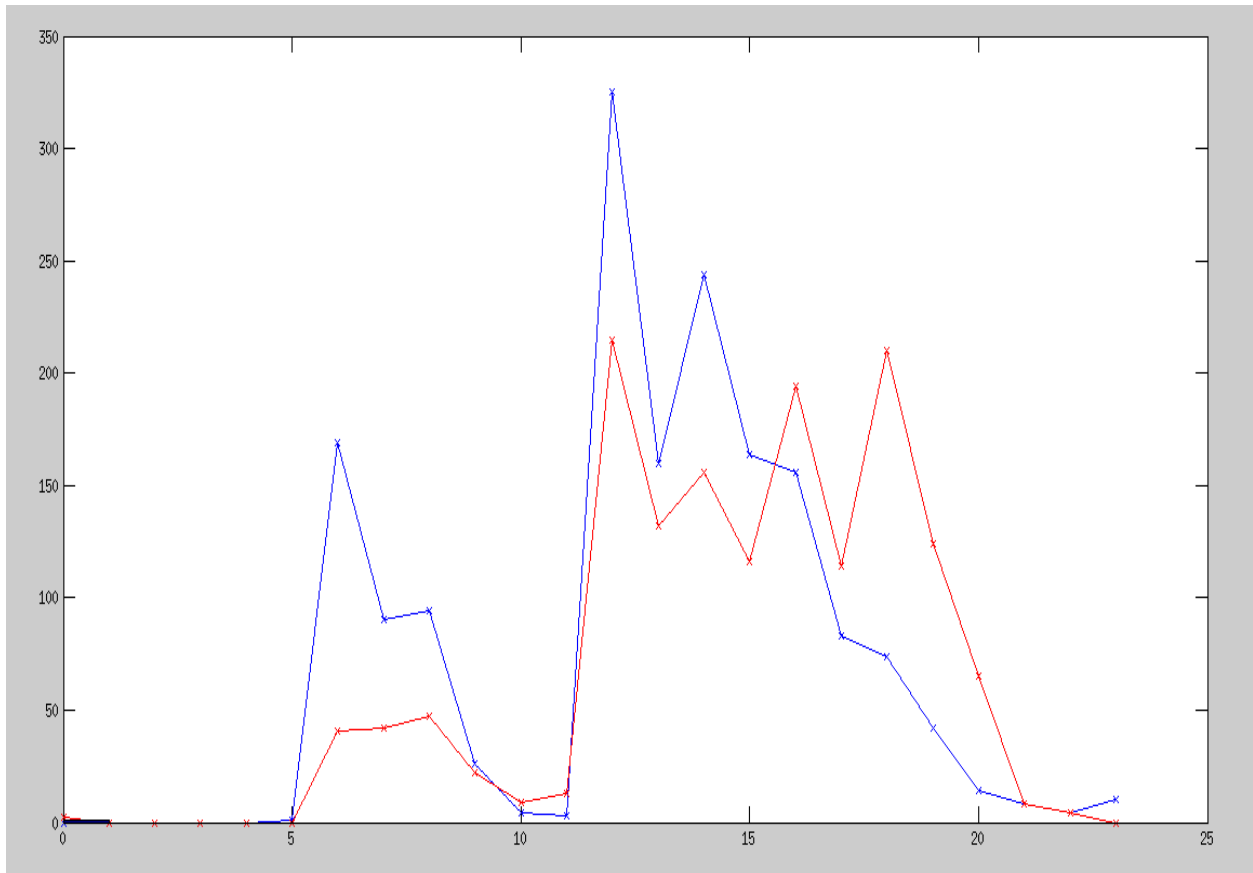


Figura 28: Cantidad de dispositivos captados forma lineal

Elaborado por: Autor de tesis

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

El autor de esta tesis considera que los objetivos planteados al inicio de este trabajo de investigación fueron cumplidos en sus aspectos más esenciales por tanto puede concluir que:

- La investigación demostró la factibilidad de realizar un sistema WIFI para la monitorización de entrada y salida de dispositivos móviles en la Universidad Técnica de Manabí, a través de este sistema se logró captar, procesar y analizar información que determinó la posibilidad de utilizar esta técnica para la estimación de la movilidad en el acceso a la universidad.
- La implementación de 2 puntos de captación autónomos sobre un dispositivo embebido Raspberry Pi permitió la obtención fiable de los tiempos de acceso de cada uno de los dispositivos que circularon en el área aledaña a los puntos de captación.
- Se utilizó el programa Matlab para el procesamiento y análisis de la información almacenada en Google Drive, lo que permitió conocer el comportamiento de la entrada y salida de dispositivos móviles en la Universidad Técnica de Manabí y se mostró los resultados mediante gráficos generados por esta aplicación.
- En este trabajo se realizó un conjunto de pruebas, que no pueden considerarse en rigor como concluyentes, sin embargo, en sentido general se aprecia correspondencia en el comportamiento de entradas y salidas de personal de la Universidad Técnica de Manabí.

6.2 Recomendaciones

- Este trabajo debería tener una continuación en el uso de técnicas estadísticas y de inteligencia artificial que permitan la identificación de cada vehículo a partir del análisis conjunto de la movilidad de sus dispositivos a bordo.
- En un futuro cercano se considere realizar pruebas más exhaustivas en puntos seleccionados de la ciudad de Portoviejo, para realizar estas pruebas está pendiente la autorización correspondiente de las autoridades que controlan el espectro radioeléctrico en el país.

Bibliografía

- [1] L. E. Y. Mimbela y L. A. Klein, “Summary of vehicle detection and surveillance technologies used in intelligent transportation systems”, 2000.
- [2] L. MARZAN, J. LOPEZ, T. RODRIGUEZ, C. PALOMO, E. CALERO, M. RODRIGUEZ, J. REBOLLO, y F. LEON, “DIGITAL IMAGE PROCESSING APPLIED TO TRAFFIC”, Carret. Rev. Tec. Asoc. ESPANOLA Carret., núm. 74, 1994.
- [3] Y. Malinovskiy, Y.-J. Wu, Y. Wang, y U. K. Lee, “Field experiments on bluetooth-based travel time data collection”, en Transportation Research Board 89th Annual Meeting, 2010.
- [4] L. M. Kieu, A. Bhaskar, y E. Chung, “Bus and car travel time on urban networks: integrating Bluetooth and bus vehicle identification data”, en School of Civil Engineering & Built Environment; Faculty of Built Environment and Engineering; Smart Transport Research Centre, Perth, WA, 2012.
- [5] S. Box, T. Vo, W. Suh, R. Guensler, A. Guin, M. P. Hunter, y M. O. Rodgers, “Assessment of multiantenna array performance for detecting bluetooth-enabled devices in traffic stream”, en Transportation Research Board 91st Annual Meeting, 2012.
- [6] E. Purson, A. Bacelar, E. Klein, B. Levilly, y F. Reclus, “Assessment of the main new travel- times calculation technologies on Lyon East ring road”, en Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment, 2014.
- [7] C. Bachmann, B. Abdulhai, M. J. Roorda, y B. Moshiri, “A comparative assessment of multi- sensor data fusion techniques for freeway traffic speed estimation using microsimulation modeling”, Transp. Res. Part C Emerg. Technol., vol. 26, pp. 33–48, 2013.

- [8] M. Martchouk, F. Mannering, y D. Bullock, “Analysis of freeway travel time variability using Bluetooth detection”, *J. Transp. Eng.*, 2010.
- [9] T. Tsubota, A. Bhaskar, E. Chung, y R. Billot, “Arterial traffic congestion analysis using Bluetooth Duration data”, en *Australasian Transport Research Forum 2011 Proceedings*, Adelaide, Australia, 28 - 30, 2011.
- [10] A. Haghani, M. Hamed, K. Sadabadi, S. Young, y P. Tarnoff, “Data collection of freeway travel time ground truth with bluetooth sensors”, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, núm. 2160, pp. 60–68, 2010.
- [11] M. Peira Bayo, “Estudio de una solución para la localización de autobuses en cocheras de TMB”, sep. 2009.
- [12] P. A. Castillo, P. Garcia-Sánchez, A. M. Mora, M. G. Arenas, G. Romero, J. J. Merelo, P. Garcia-Fernández, A. Romeo, y M. Aragón, “Sistema de información autónomo y de bajo coste para conocer el estado de las carreteras en tiempo real”, en *Congreso Español de Informática*, 2010.
- [13] P. A. Castillo, A. Fernández-Ares, P. García-Fernández, P. García-Sánchez, M. G. Arenas, A. M. Mora, V. M. Rivas, J. J. Asensio, G. Romero, y J. J. Merelo, “Studying Individualized, Transit Indicators Using a New Low-Cost Information System”, *Handb. Res. Embed. Syst. Des.* Alessandra Bagn. Leandro Soares Indrusiak Imran Rafiq Quadri Matteo Rossi Eds *Adv. Syst. Anal. Softw. Eng. High Perform. Comput. ASASEHPC Book Ser. Ind. Res. Perspect. Embed. Syst. Des.*, pp. 388–407, 2014.
- [14] V. M. Rivas, E. Parras-Gutierrez, M. G. Arenas, P. A. Castillo, P. G. Sánchez, J. J. Merelo, y P. Garcia-Fernández, “Predicción de tráfico mediante co-evolución de Redes

Neuronales de Funciones de Base Radial y selección de variables de entrada”, en IX Congreso Español De Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos Y Bioinspirados (MAEB 2013), 2013, vol. 1, pp. 782–791.

Anexos

N.º	Equipos	Cant	Total	Link
1	Raspberry Pi 2 Modelo B	90.00	1	S/90.00 http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-408612676-raspberry-pi-modbadaptadorcasesd-8gsistema-ope
2	Usb Adp Wireless High Gain Tp-link Tl-wn722n 15	15.00	1	S/15.00 http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-408444338-usb-adp-wireless-high-gain-tp-link-tl-wn722n-150m
4	Caja	0.00	0	S/0.00
5	Transportación	5.00	3	S/15.00
	Total			S/120.00

Presupuesto:

Scripts para crear nuevo archivo

```

1 [{"files":[{"id":"ba003419-51e5-4f21-b870-9e0bb40d6291","name":"Code","type":"server_js","source":"function myFunction()
2 {
3   var config \u003d DocumentApp.openById(\u0027151c6ur0mbVe2KwgKMAz5tUFA-CVwJ7cPdm2oS2j-Mfo\u0027); //Obtengo nombres de las estaciones
4   existentes\n
5   var estacion \u003d config.getText().split(\u0027\n\u0027);\n \n
6
7   for (var i \u003d 0; i \u003c estacion.length; i++)
8     { //Itero la cantidad de estaciones existentes\n
9       var argumento \u003d \u0027title contains \"\u0027+estacion[i]+\u0027\"\u0027;\n
10      var files \u003d DriveApp.searchFiles(argumento); //Obtengo una busqueda filtrada de ficheros subidos que su nombre contenga el
11      nombre de la estacion\n
12      var uploaded_fs \u003d \"\"; var id_upl\u003d\"\";\n
13
14      while (files.hasNext())
15        { \n
16          var fichero\u003d files.next()\n
17          uploaded_fs \u003d \"\n\" + fichero.getName() + uploaded_fs; \n
18          id_upl \u003d \"\n\" + fichero.getId() + id_upl;\n
19        } \n
20
21      var uploaded_f \u003d uploaded_fs.split(\"\\n\");\n
22
23      for ( var l \u003d 0; l \u003c uploaded_f.length; l++ )
24        { //Elimino los nombres que se encuentran con las fechas repetidas, dejando solo uno.\n
25          var actual \u003d uploaded_f[l].split(\u0027-\u0027);\n
26
27          for (var j \u003d l+1; j \u003c uploaded_f.length; j++)
28            { \n
29              var actual3 \u003d uploaded_f[j].split(\u0027-\u0027);\n
30              if (actual[0]!\u003d\" \" \u0026\u0026 actual[0]\u003d\u003dactual3[0])
31                { \n
32                  uploaded_f[j]\u003d\" - \";\n
33                } \n
34            } \n
35          } \n
36        } \n
37      } \n
38    } \n
39  } \n
40  ] \n

```


Scripts para mover archivos

```

1 {"files":[{"id":"14645d9c-a95b-46ad-9203-704f29e19824","name":"Code","type":"server_js","source":"function myFunction()
2 {\n \n
3 var config \u003d DocumentApp.openById(\u0027151c6ur0mbVe2KwgkMAz5tUFA-CVw77cPdm20s2j-Mfo\u0027);
4 //Obtengo nombres de las estaciones existentes\n
5 var estacion \u003d config.getText().split(\u0027\n\u0027);\n
6 var aux \u003d false;\n
7
8 for (var i \u003d 0; i < estacion.length; i++)
9 {
10     //Itero la cantidad de estaciones existentes\n
11     var argumento \u003d \u0027title contains \"\u0027+estacion[i]+\u0027\"\u0027; \n
12     var files \u003d DriveApp.searchFiles(argumento); //Obtengo una búsqueda filtrada de ficheros subidos que su nombre contenga el nombre de la estacion\n
13     var uploaded_fs \u003d \"\";\n
14
15     while (files.hasNext())
16     { uploaded_fs \u003d files.next().getName() +\"\\\"+ uploaded_fs; }\n
17     var uploaded_f \u003d uploaded_fs.split(\"\\\", \"\");\n
18     var folders \u003d DriveApp.getFoldersByName(estacion[i]); //Obtengo todos los ficheros finales por día, que su nombre lleva la fecha del día asignado\n
19     var folder \u003d folders.next();\n
20     var ficheros_finales \u003d folder.GetFiles();\n
21     var final_fs \u003d \"\";\n
22     while (ficheros_finales.hasNext()) { final_fs \u003d ficheros_finales.next().getName() +\"\\\"+ final_fs; }\n
23     var final_f \u003d final_fs.split(\"\\\", \"\");\n
24
25     for (var l \u003d 0; l < uploaded_f.length; l++)
26     { //Itero la cantidad de veces que hayan ficheros de las estaciones y los subidos por las estaciones\n
27     var uploaded \u003d uploaded_f[l].split(\"-\");\n
28     var uploaded1 \u003d uploaded[0]+\".csv\";\n
29     for (var j \u003d 0; j < final_f.length; j++) {\n
30     aux \u003d false;\n
31     if (uploaded1\u003dfinal_f[j])
32     { //Pregunto si poseen la misma fecha en el nombre\n
33     var file1 \u003d DriveApp.GetFilesByName(uploaded_f[l]);
34     //Obtengo ambos ficheros con los respectivos nombres\n
35     var file2 \u003d folder.GetFilesByName(final_f[j]);\n
36     try {\n
37     var file1_1\u003dfile1.next();\n
38     var file2_2\u003dfile2.next();\n
39     var contenido1 \u003d file1_1.getBlob().getDataAsString(); //Obtengo el contenido de cada fichero\n
40     var contenido2 \u003d file2_2.getBlob().getDataAsString();\n
41     var contenido_final \u003d contenido2 + \"\\n\\n\" + contenido1; //Comino el contenido de cada fichero\n
42     folder.createFile(final_f[j], contenido_final, MimeType.CSV); //Creo el nuevo fichero con el contenido combinado\n
43     file1_1.setTrashed(true); //Elimino ambos ficheros\n
44     file2_2.setTrashed(true); \n
45     } catch ( err )
46     {\n
47     aux \u003d true;\n
48     break;\n
49     }\n
50     }\n
51     }\n
52     }\n
53     }\n
54     }\n
55     }\n
56     }\n
57     }\n
58     }\n
59     }\n
60     }\n
61     }\n
62     }\n
63     }\n
64     }\n
65     }\n
66     }\n
67     }\n
68     }\n
69     }\n
70     }\n
71     }\n
72     }\n
73     }\n
74     }\n
75     }\n
76     }\n
77     }\n
78     }\n
79     }\n
80     }\n
81     }\n
82     }\n
83     }\n
84     }\n
85     }\n
86     }\n
87     }\n
88     }\n
89     }\n
90     }\n
91     }\n
92     }\n
93     }\n
94     }\n
95     }\n
96     }\n
97     }\n
98     }\n
99     }\n
100    }\n
101    }\n
102    }\n
103    }\n
104    }\n
105    }\n
106    }\n
107    }\n
108    }\n
109    }\n
110    }\n
111    }\n
112    }\n
113    }\n
114    }\n
115    }\n
116    }\n
117    }\n
118    }\n
119    }\n
120    }\n
121    }\n
122    }\n
123    }\n
124    }\n
125    }\n
126    }\n
127    }\n
128    }\n
129    }\n
130    }\n
131    }\n
132    }\n
133    }\n
134    }\n
135    }\n
136    }\n
137    }\n
138    }\n
139    }\n
140    }\n
141    }\n
142    }\n
143    }\n
144    }\n
145    }\n
146    }\n
147    }\n
148    }\n
149    }\n
150    }\n
151    }\n
152    }\n
153    }\n
154    }\n
155    }\n
156    }\n
157    }\n
158    }\n
159    }\n
160    }\n
161    }\n
162    }\n
163    }\n
164    }\n
165    }\n
166    }\n
167    }\n
168    }\n
169    }\n
170    }\n
171    }\n
172    }\n
173    }\n
174    }\n
175    }\n
176    }\n
177    }\n
178    }\n
179    }\n
180    }\n
181    }\n
182    }\n
183    }\n
184    }\n
185    }\n
186    }\n
187    }\n
188    }\n
189    }\n
190    }\n
191    }\n
192    }\n
193    }\n
194    }\n
195    }\n
196    }\n
197    }\n
198    }\n
199    }\n
200    }\n
201    }\n
202    }\n
203    }\n
204    }\n
205    }\n
206    }\n
207    }\n
208    }\n
209    }\n
210    }\n
211    }\n
212    }\n
213    }\n
214    }\n
215    }\n
216    }\n
217    }\n
218    }\n
219    }\n
220    }\n
221    }\n
222    }\n
223    }\n
224    }\n
225    }\n
226    }\n
227    }\n
228    }\n
229    }\n
230    }\n
231    }\n
232    }\n
233    }\n
234    }\n
235    }\n
236    }\n
237    }\n
238    }\n
239    }\n
240    }\n
241    }\n
242    }\n
243    }\n
244    }\n
245    }\n
246    }\n
247    }\n
248    }\n
249    }\n
250    }\n
251    }\n
252    }\n
253    }\n
254    }\n
255    }\n
256    }\n
257    }\n
258    }\n
259    }\n
260    }\n
261    }\n
262    }\n
263    }\n
264    }\n
265    }\n
266    }\n
267    }\n
268    }\n
269    }\n
270    }\n
271    }\n
272    }\n
273    }\n
274    }\n
275    }\n
276    }\n
277    }\n
278    }\n
279    }\n
280    }\n
281    }\n
282    }\n
283    }\n
284    }\n
285    }\n
286    }\n
287    }\n
288    }\n
289    }\n
290    }\n
291    }\n
292    }\n
293    }\n
294    }\n
295    }\n
296    }\n
297    }\n
298    }\n
299    }\n
300    }\n
301    }\n
302    }\n
303    }\n
304    }\n
305    }\n
306    }\n
307    }\n
308    }\n
309    }\n
310    }\n
311    }\n
312    }\n
313    }\n
314    }\n
315    }\n
316    }\n
317    }\n
318    }\n
319    }\n
320    }\n
321    }\n
322    }\n
323    }\n
324    }\n
325    }\n
326    }\n
327    }\n
328    }\n
329    }\n
330    }\n
331    }\n
332    }\n
333    }\n
334    }\n
335    }\n
336    }\n
337    }\n
338    }\n
339    }\n
340    }\n
341    }\n
342    }\n
343    }\n
344    }\n
345    }\n
346    }\n
347    }\n
348    }\n
349    }\n
350    }\n
351    }\n
352    }\n
353    }\n
354    }\n
355    }\n
356    }\n
357    }\n
358    }\n
359    }\n
360    }\n
361    }\n
362    }\n
363    }\n
364    }\n
365    }\n
366    }\n
367    }\n
368    }\n
369    }\n
370    }\n
371    }\n
372    }\n
373    }\n
374    }\n
375    }\n
376    }\n
377    }\n
378    }\n
379    }\n
380    }\n
381    }\n
382    }\n
383    }\n
384    }\n
385    }\n
386    }\n
387    }\n
388    }\n
389    }\n
390    }\n
391    }\n
392    }\n
393    }\n
394    }\n
395    }\n
396    }\n
397    }\n
398    }\n
399    }\n
400    }\n
401    }\n
402    }\n
403    }\n
404    }\n
405    }\n
406    }\n
407    }\n
408    }\n
409    }\n
410    }\n
411    }\n
412    }\n
413    }\n
414    }\n
415    }\n
416    }\n
417    }\n
418    }\n
419    }\n
420    }\n
421    }\n
422    }\n
423    }\n
424    }\n
425    }\n
426    }\n
427    }\n
428    }\n
429    }\n
430    }\n
431    }\n
432    }\n
433    }\n
434    }\n
435    }\n
436    }\n
437    }\n
438    }\n
439    }\n
440    }\n
441    }\n
442    }\n
443    }\n
444    }\n
445    }\n
446    }\n
447    }\n
448    }\n
449    }\n
450    }\n
451    }\n
452    }\n
453    }\n
454    }\n
455    }\n
456    }\n
457    }\n
458    }\n
459    }\n
460    }\n
461    }\n
462    }\n
463    }\n
464    }\n
465    }\n
466    }\n
467    }\n
468    }\n
469    }\n
470    }\n
471    }\n
472    }\n
473    }\n
474    }\n
475    }\n
476    }\n
477    }\n
478    }\n
479    }\n
480    }\n
481    }\n
482    }\n
483    }\n
484    }\n
485    }\n
486    }\n
487    }\n
488    }\n
489    }\n
490    }\n
491    }\n
492    }\n
493    }\n
494    }\n
495    }\n
496    }\n
497    }\n
498    }\n
499    }\n
500    }\n
501    }\n
502    }\n
503    }\n
504    }\n
505    }\n
506    }\n
507    }\n
508    }\n
509    }\n
510    }\n
511    }\n
512    }\n
513    }\n
514    }\n
515    }\n
516    }\n
517    }\n
518    }\n
519    }\n
520    }\n
521    }\n
522    }\n
523    }\n
524    }\n
525    }\n
526    }\n
527    }\n
528    }\n
529    }\n
530    }\n
531    }\n
532    }\n
533    }\n
534    }\n
535    }\n
536    }\n
537    }\n
538    }\n
539    }\n
540    }\n
541    }\n
542    }\n
543    }\n
544    }\n
545    }\n
546    }\n
547    }\n
548    }\n
549    }\n
550    }\n
551    }\n
552    }\n
553    }\n
554    }\n
555    }\n
556    }\n
557    }\n
558    }\n
559    }\n
560    }\n
561    }\n
562    }\n
563    }\n
564    }\n
565    }\n
566    }\n
567    }\n
568    }\n
569    }\n
570    }\n
571    }\n
572    }\n
573    }\n
574    }\n
575    }\n
576    }\n
577    }\n
578    }\n
579    }\n
580    }\n
581    }\n
582    }\n
583    }\n
584    }\n
585    }\n
586    }\n
587    }\n
588    }\n
589    }\n
590    }\n
591    }\n
592    }\n
593    }\n
594    }\n
595    }\n
596    }\n
597    }\n
598    }\n
599    }\n
600    }\n
601    }\n
602    }\n
603    }\n
604    }\n
605    }\n
606    }\n
607    }\n
608    }\n
609    }\n
610    }\n
611    }\n
612    }\n
613    }\n
614    }\n
615    }\n
616    }\n
617    }\n
618    }\n
619    }\n
620    }\n
621    }\n
622    }\n
623    }\n
624    }\n
625    }\n
626    }\n
627    }\n
628    }\n
629    }\n
630    }\n
631    }\n
632    }\n
633    }\n
634    }\n
635    }\n
636    }\n
637    }\n
638    }\n
639    }\n
640    }\n
641    }\n
642    }\n
643    }\n
644    }\n
645    }\n
646    }\n
647    }\n
648    }\n
649    }\n
650    }\n
651    }\n
652    }\n
653    }\n
654    }\n
655    }\n
656    }\n
657    }\n
658    }\n
659    }\n
660    }\n
661    }\n
662    }\n
663    }\n
664    }\n
665    }\n
666    }\n
667    }\n
668    }\n
669    }\n
670    }\n
671    }\n
672    }\n
673    }\n
674    }\n
675    }\n
676    }\n
677    }\n
678    }\n
679    }\n
680    }\n
681    }\n
682    }\n
683    }\n
684    }\n
685    }\n
686    }\n
687    }\n
688    }\n
689    }\n
690    }\n
691    }\n
692    }\n
693    }\n
694    }\n
695    }\n
696    }\n
697    }\n
698    }\n
699    }\n
700    }\n
701    }\n
702    }\n
703    }\n
704    }\n
705    }\n
706    }\n
707    }\n
708    }\n
709    }\n
710    }\n
711    }\n
712    }\n
713    }\n
714    }\n
715    }\n
716    }\n
717    }\n
718    }\n
719    }\n
720    }\n
721    }\n
722    }\n
723    }\n
724    }\n
725    }\n
726    }\n
727    }\n
728    }\n
729    }\n
730    }\n
731    }\n
732    }\n
733    }\n
734    }\n
735    }\n
736    }\n
737    }\n
738    }\n
739    }\n
740    }\n
741    }\n
742    }\n
743    }\n
744    }\n
745    }\n
746    }\n
747    }\n
748    }\n
749    }\n
750    }\n
751    }\n
752    }\n
753    }\n
754    }\n
755    }\n
756    }\n
757    }\n
758    }\n
759    }\n
760    }\n
761    }\n
762    }\n
763    }\n
764    }\n
765    }\n
766    }\n
767    }\n
768    }\n
769    }\n
770    }\n
771    }\n
772    }\n
773    }\n
774    }\n
775    }\n
776    }\n
777    }\n
778    }\n
779    }\n
780    }\n
781    }\n
782    }\n
783    }\n
784    }\n
785    }\n
786    }\n
787    }\n
788    }\n
789    }\n
790    }\n
791    }\n
792    }\n
793    }\n
794    }\n
795    }\n
796    }\n
797    }\n
798    }\n
799    }\n
800    }\n
801    }\n
802    }\n
803    }\n
804    }\n
805    }\n
806    }\n
807    }\n
808    }\n
809    }\n
810    }\n
811    }\n
812    }\n
813    }\n
814    }\n
815    }\n
816    }\n
817    }\n
818    }\n
819    }\n
820    }\n
821    }\n
822    }\n
823    }\n
824    }\n
825    }\n
826    }\n
827    }\n
828    }\n
829    }\n
830    }\n
831    }\n
832    }\n
833    }\n
834    }\n
835    }\n
836    }\n
837    }\n
838    }\n
839    }\n
840    }\n
841    }\n
842    }\n
843    }\n
844    }\n
845    }\n
846    }\n
847    }\n
848    }\n
849    }\n
850    }\n
851    }\n
852    }\n
853    }\n
854    }\n
855    }\n
856    }\n
857    }\n
858    }\n
859    }\n
860    }\n
861    }\n
862    }\n
863    }\n
864    }\n
865    }\n
866    }\n
867    }\n
868    }\n
869    }\n
870    }\n
871    }\n
872    }\n
873    }\n
874    }\n
875    }\n
876    }\n
877    }\n
878    }\n
879    }\n
880    }\n
881    }\n
882    }\n
883    }\n
884    }\n
885    }\n
886    }\n
887    }\n
888    }\n
889    }\n
890    }\n
891    }\n
892    }\n
893    }\n
894    }\n
895    }\n
896    }\n
897    }\n
898    }\n
899    }\n
900    }\n
901    }\n
902    }\n
903    }\n
904    }\n
905    }\n
906    }\n
907    }\n
908    }\n
909    }\n
910    }\n
911    }\n
912    }\n
913    }\n
914    }\n
915    }\n
916    }\n
917    }\n
918    }\n
919    }\n
920    }\n
921    }\n
922    }\n
923    }\n
924    }\n
925    }\n
926    }\n
927    }\n
928    }\n
929    }\n
930    }\n
931    }\n
932    }\n
933    }\n
934    }\n
935    }\n
936    }\n
937    }\n
938    }\n
939    }\n
940    }\n
941    }\n
942    }\n
943    }\n
944    }\n
945    }\n
946    }\n
947    }\n
948    }\n
949    }\n
950    }\n
951    }\n
952    }\n
953    }\n
954    }\n
955    }\n
956    }\n
957    }\n
958    }\n
959    }\n
960    }\n
961    }\n
962    }\n
963    }\n
964    }\n
965    }\n
966    }\n
967    }\n
968    }\n
969    }\n
970    }\n
971    }\n
972    }\n
973    }\n
974    }\n
975    }\n
976    }\n
977    }\n
978    }\n
979    }\n
980    }\n
981    }\n
982    }\n
983    }\n
984    }\n
985    }\n
986    }\n
987    }\n
988    }\n
989    }\n
990    }\n
991    }\n
992    }\n
993    }\n
994    }\n
995    }\n
996    }\n
997    }\n
998    }\n
999    }\n
1000   }\n

```

Scripts para eliminar archivos

```

1 {"files":[{"id":"eae4a407-534b-491a-8510-c35d2ebc7797","name":"Code","type":"server_js","source":"function myFunction()
2 {\n
3 var files \u003d DriveApp.searchFiles(\n
4 \u0027title contains \"\u0027.csv\"\u0027);\n
5
6 while (files.hasNext())
7 {\n
8     var file \u003d files.next();\n
9     file.setTrashed(true);\n
10 }\n
11 }]}

```