

## SISTEMA DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPO BASADO EN GPS

Francisco Javier Enríquez Aguilera, Gabriel Bravo Martínez, Jesús Martín Silva Aceves, Abel Eduardo Quezada Carreón, Fredy Fernando Álvarez Sánchez

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Correo: fenrique@uacj.mx

---

### Resumen

Los sistemas de localización basados en la tecnología del Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en Inglés), han ido adquiriendo importancia en la industria y la vida cotidiana, ya que permiten localizar un dispositivo y visualizar la información de su ubicación en una computadora. En este trabajo se presenta una alternativa para incluir un sistema de seguimiento en equipos o herramientas que por su costo así lo requiera. Se diseñó un sistema de localización basado en GPS capaz de enviar y almacenar información de su ubicación periódicamente, además se puede visualizar la posición en una interfaz de usuario realizada en LabVIEW, la cual se conecta al servidor de aplicaciones de mapas en la web (Google Maps). En caso de que no se tenga señal en el GPS se almacenará la última ubicación conocida. El sistema está basado en un Arduino YÚN, Temboo, Dropbox y el Adafruit Ultimate GPS Breakout.

**Palabras Claves:** Dropbox, GPS, LabVIEW, Temboo, YÚN.

### Introducción

Actualmente, las unidades de seguimiento global (USG) que utilizan el sistema GPS, han sido de gran utilidad para solucionar diversos tipos de problemas a lo largo de los años. A continuación, se mostrarán algunos de los trabajos en los que se han utilizado esta tecnología, los cuales de

alguna manera han resuelto cierto problema en específico. Shi et. al. desarrollaron un “Sistema Punto Preciso en tiempo Real de valoración del vapor de agua”, a base de localización GPS que supervisa y pronostica un estimado de precipitaciones pluviales. Lo anterior aprovechando que el Sistema global de navegación por satélite (GNSS por su acrónimo en inglés), desde abril del 2013 libero la órbita GPS de reloj en tiempo real y sus productos [1]. En el 2015 J. Petrek diseñó un nuevo sistema de búsqueda y rescate basado en GNSS como GPS, GLONAS o Galileo, donde se resalta la eficacia del mismo. Además, se complementa con la ayuda de la tecnología 3G de telefonía celular y se ofrece un servicio de localización exacta y rápida, el sistema es capaz de funcionar en áreas sin cobertura de red móvil terrestre para millones de usuarios de la tecnología 3G [2]. En el trabajo publicado por Chew et. al., se estudian los fenómenos que corresponden a la vegetación cercana a diferentes estaciones terrestres que laboran con sistemas GPS y como dicha vegetación causa interferencia en las señales que recibe, por ejemplo: cuando la vegetación tiene un parámetro de altura y humedad, esto perturba la sensibilidad en cambios de amplitud y fase en las señales recibidas por la USG. Estas mismas afectaciones contribuyen para poder medir la cantidad de vegetación [3].

## **Métodos**

El primer punto considerado para realizar el proyecto fue encontrar una tarjeta basada en microcontrolador la cual se pudiera conectar al módulo GPS y que tuviera la capacidad de conectarse a internet mediante una conexión inalámbrica, para poder así localizar el equipo mediante la interpretación y programación de los datos que el módulo ofrece. Habiendo mencionado lo anterior, la tarjeta seleccionada fue la Arduino Yún gracias a sus características y versatilidad. La programación se realizó utilizando el IDE de Arduino y se agregaron las librerías necesarias para poder trabajar con los elementos de hardware del sistema. El módulo GPS seleccionado para el trabajo fue el “Ultimate GPS Breakout V3”, el cual está basado en el circuito integrado MTK3339, puede seguir un total de 22 satélites en 66 canales, cuenta con antena integrada y utiliza 20mA durante la navegación. Para el método de alerta se utilizaron utilidades y procesos listos para ejecutarse en el Arduino Yún nombrados choreos (en especial el que utiliza la el servicio de alojamiento en la nube Dropbox) abarcados en la plataforma Temboo. En la figura 1 se muestra el camino que sigue la información obtenida sobre la localización del sistema desde el sistema satelital GPS hasta el proveedor de servicios de

almacenamiento en la nube Dropbox. Como se puede apreciar el Arduino Yún tiene la función de comunicarse con el microcontrolador de la USG mediante comunicación serial y además el microcontrolador de la Yún se comunica por medio de la librería “Puente” (Bridge), al microprocesador Atheros AR 9331, el cual contiene un sistema operativo basado en Linux que a su vez se puede comunicar con las diversas interfaces que contiene como son: WiFi, Ethernet, USB y tarjeta SD.

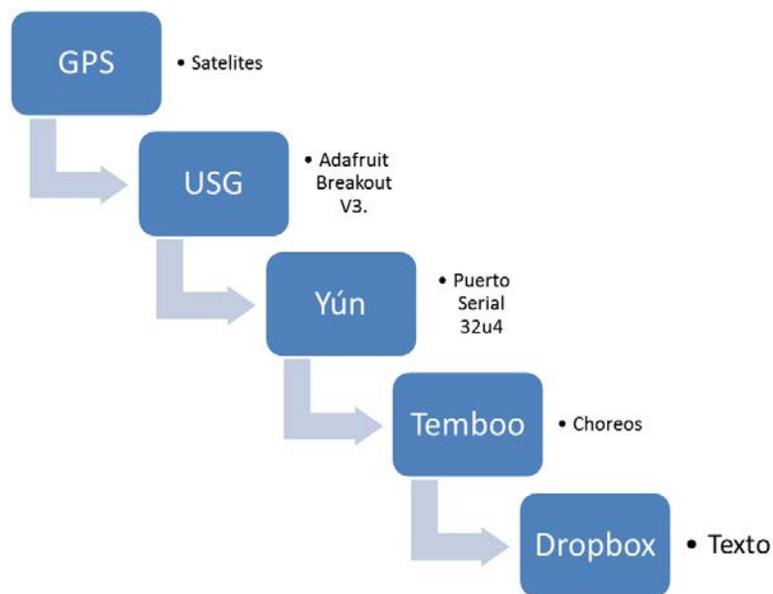


Figura 1 Diagrama del flujo básico del sistema.

Para poder utilizar la Arduino® Yún dentro de una red inalámbrica se tuvo que configurarla previamente, esto para para identificarla y accederla mediante la dirección *Internal Protocol* (IP, por sus siglas en inglés) asignada por un *router* o por medio de la dirección *Uniform Resource Locator* (URL, por sus siglas en inglés) que viene por defecto, esto con el fin de poder cargar los programas al microcontrolador por medio de la red Wi-Fi.

Todos los módulos de GPS se han construido con una antena de parche, esta antena ofrece -165 dBm de sensibilidad y es perfecta para muchos proyectos, sin embargo, para poder poner este proyecto en un estuche fue necesario utilizar una antena activa externa. Se seleccionaron antenas omnidireccionales, una para el módulo Wi-Fi del Arduino® Yún y otra para el módulo GPS, dichas antenas cuenta con un conector RP-SMA por lo que fue necesario utilizar un adaptador

uFL (*Ultra Small Surface Mount Coaxial Connectors*), en la figura 2 se muestra la conexión del adaptador con el módulo GPS y la antena externa.

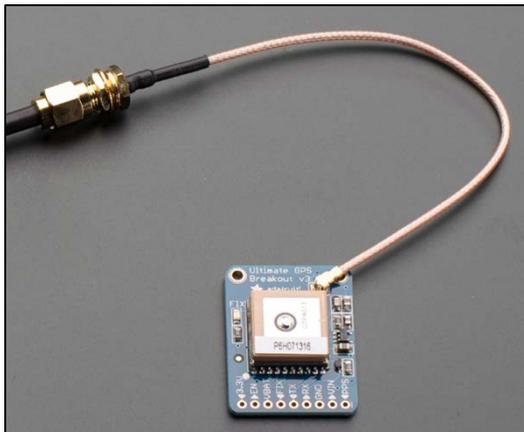


Figura 2 Conexión del módulo GPS con la antena externa.

En la figura 3 se muestra el esquema del hardware (realizado en el software Fritzing), utilizado para este trabajo, se anexa una batería recargable de 3000mAh, que da autonomía y portabilidad al prototipo.

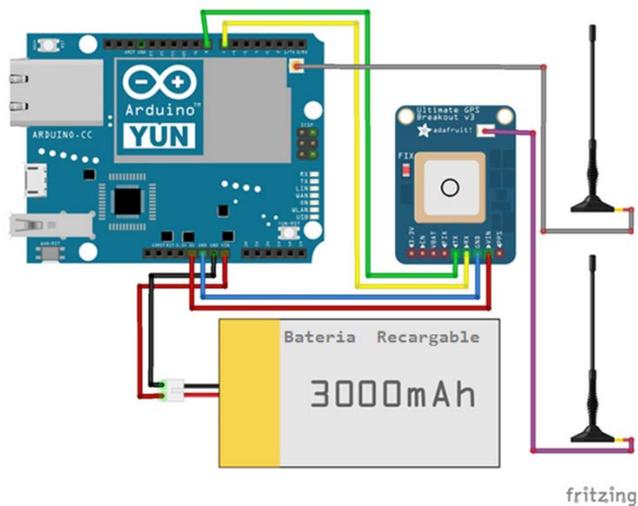


Figura 3 Esquema del sistema.

Temboo proporciona acceso normalizado a más de 100 API desde un único punto de contacto que le permite mezclar y analizar datos de los elementos procedentes de múltiples plataformas (por ejemplo, Twitter, Facebook, etc.). Se trata de un lugar para trabajar con Yún en la nube, en

la figura 4 (obtenida de [4]), se describe en un diagrama la interacción de un sensor hasta llegar a los servicios de Temboo. En el presente trabajo se inicia desde la recepción del mensaje NMEA provenientes del sistema GPS hasta el almacenamiento virtual de la posición en Dropbox para su posterior análisis. Dichos servicios son gratuitos por lo que han sido de gran utilidad para el desarrollo de este proyecto.

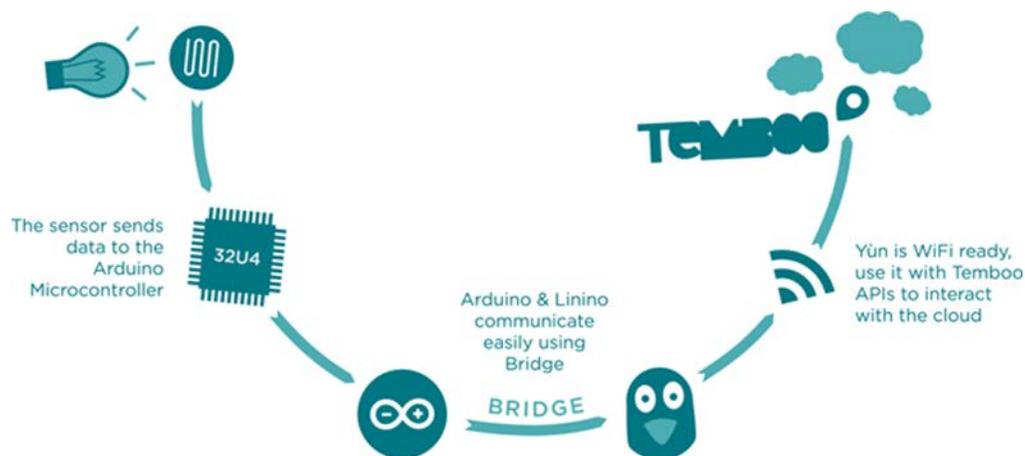


Figura 4 Conexión a servicios de Internet del Arduino Yún con Temboo.

La función Choreo a utilizar en la pestaña *Code Gen* en la página de Temboo se configura para subir un archivo dentro de las opciones de Dropbox> FilesAndMetadata>UploadFile. La pantalla se puede visualizar en la figura 5. En esta pantalla interactiva se generarán diferentes códigos y claves de acceso a la cuenta de Temboo y la aplicación configurada en las opciones de desarrollador de Dropbox. Una forma práctica de elaboración de código es la utilización de esta opción e ingresar los datos y claves necesarios, posterior a eso en un recuadro de texto se genera el código para la IDE de Arduino®.

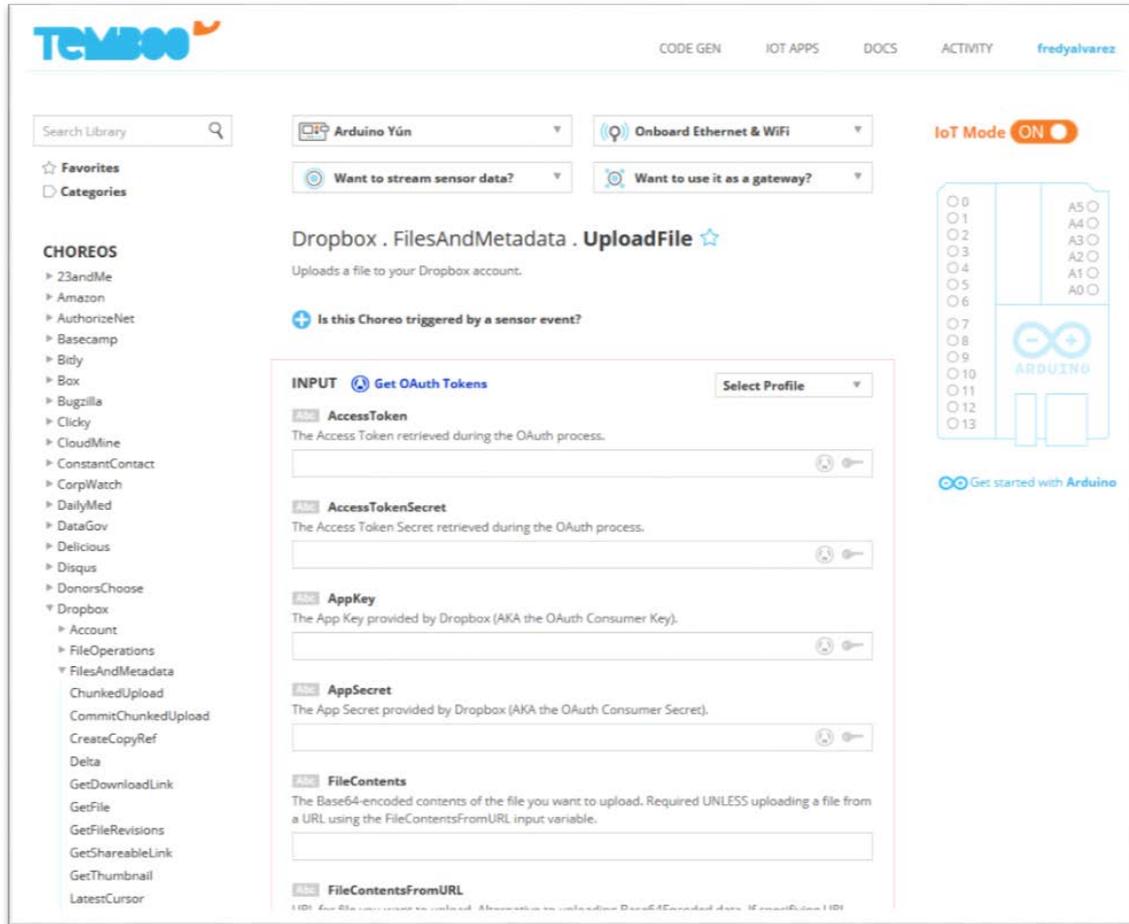


Figura 5 Configuración de Temboo para el uso con Dropbox.

## Resultados

En la figura 6 se puede apreciar físicamente el prototipo elaborado, se trató de simular lo más posible al estuche que contiene el equipo para Certificación de Redes del Departamento de redes y comunicaciones de la UACJ. El equipo mencionado para el cual se diseñó el prototipo como primera opción de aplicación es el utilizado para la certificación de toda la infraestructura de red dentro de los diversos institutos e inmuebles a los cuales la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez le brinda servicio de instalación, administración y mantenimiento de la Red.



Figura 6 Imágenes del prototipo final.

Para realizar las pruebas de funcionamiento del prototipo terminado se utilizó la Red Inalámbrica o WLAN (*Wireless Local Area Network* por sus siglas en Inglés) de la misma Institución. Dentro de ella se trazaron dos recorridos que se utilizaron en diversas ocasiones para tomar datos generales del Localización del Sistema. En la figura 7 se aprecia una vista de mapa de la ubicación exacta de la red utilizada.

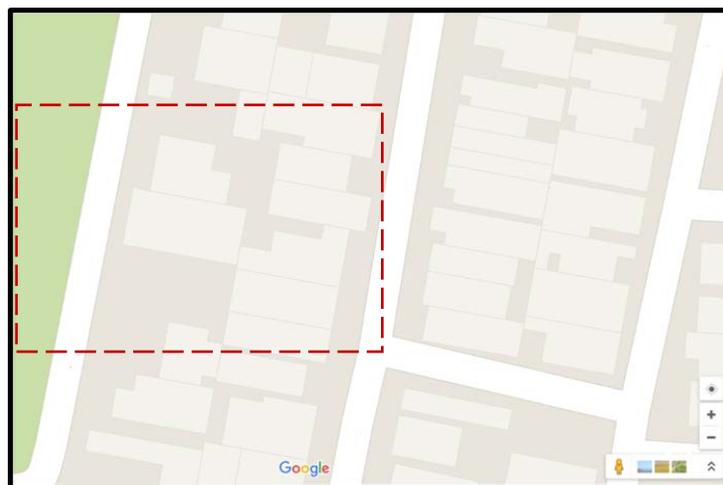


Figura 7 Vista de mapa local (Google maps).

En la siguiente tabla (Tabla 1) se muestran los mensajes recibidos con el código inicial de pruebas del sistema, con los que se define un muestreo estático base para trabajar la información recibida.

Tabla 1 Muestreo estático.

\$GPGGA,015524.000,3143.0381,N,10626.9020,W,2,08,0.99,1125.0,M,-26.3,M,0000,0000*68
\$GPRMC,015524.000,A,3143.0381,N,10626.9020,W,0.21,148.39,050516,,D*7A
\$GPGGA,015525.000,3143.0381,N,10626.9019,W,2,08,0.99,1125.0,M,-26.3,M,0000,0000*63
\$GPRMC,015525.000,A,3143.0381,N,10626.9019,W,0.18,146.31,050516,,D*7D
\$GPGGA,015526.000,3143.0381,N,10626.9019,W,2,08,0.99,1125.0,M,-26.3,M,0000,0000*60
\$GPRMC,015526.000,A,3143.0381,N,10626.9019,W,0.23,182.65,050516,,D*7F

Posterior a la definición del muestreo estático se realizaron pruebas secundarias definitivas creado un ambiente controlado siguiendo una orientación de Norte a Sur, programando el sistema para un muestreo sencillo como se puede apreciar en la figura 8.

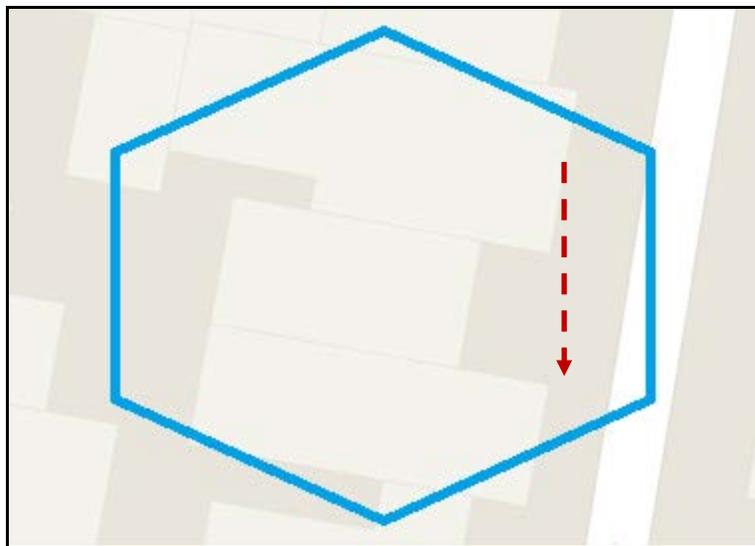


Figura 8 Movimiento Norte/Sur.

Los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 2, la cual muestra valores seleccionados ya que el recorrido se efectuó a una velocidad de peatón para no tener problemas de mala recepción

debido a que se pretende que el sistema sea totalmente portátil y se proyecta poder realizar cálculos más avanzados de velocidad y trayectorias.

Tabla 2 Muestreo en movimiento N/S.

\$GPGGA,043335.000,3143.0393,N,10626.8913,W,2,05,1.85,1129.3,M,- 26.3,M,0000,0000*68
\$GPRMC,043335.000,A,3143.0393,N,10626.8913,W,0.50,57.39,050516,,D*4D
\$GPGGA,043337.000,3143.0387,N,10626.8919,W,2,06,1.40,1128.9,M,- 26.3,M,0000,0000*64
\$GPRMC,043337.000,A,3143.0387,N,10626.8919,W,1.32,188.96,050516,,D*73
\$GPGGA,043341.000,3143.0379,N,10626.8925,W,2,06,1.40,1128.1,M,- 26.3,M,0000,0000*63
\$GPRMC,043341.000,A,3143.0379,N,10626.8925,W,1.42,194.21,050516,,D*7A
\$GPGGA,043343.000,3143.0374,N,10626.8927,W,2,06,1.40,1127.8,M,- 26.3,M,0000,0000*68
\$GPRMC,043343.000,A,3143.0374,N,10626.8927,W,1.25,193.01,050516,,D*73
\$GPGGA,043347.000,3143.0365,N,10626.8929,W,2,06,1.40,1127.6,M,- 26.3,M,0000,0000*6C
\$GPRMC,043347.000,A,3143.0365,N,10626.8929,W,0.62,174.65,050516,,D*70
\$GPGGA,043349.000,3143.0360,N,10626.8930,W,2,06,1.40,1127.4,M,- 26.3,M,0000,0000*6D
\$GPRMC,043349.000,A,3143.0360,N,10626.8930,W,1.59,197.04,050516,,D*70
\$GPGGA,043351.000,3143.0352,N,10626.8933,W,2,06,1.40,1127.2,M,- 26.3,M,0000,0000*60
\$GPRMC,043351.000,A,3143.0352,N,10626.8933,W,1.57,196.82,050516,,D*7A
\$GPGGA,043353.000,3143.0343,N,10626.8936,W,2,06,1.40,1127.0,M,- 26.3,M,0000,0000*65
\$GPRMC,043353.000,A,3143.0343,N,10626.8936,W,1.74,192.29,050516,,D*79
\$GPGGA,043357.000,3143.0335,N,10626.8946,W,2,06,1.40,1126.8,M,- 26.3,M,0000,0000*6E
\$GPRMC,043357.000,A,3143.0335,N,10626.8946,W,0.82,276.60,050516,,D*77

La siguiente prueba fue realizar el seguimiento y efectuar el muestreo correspondiente siguiendo una orientación de Oriente a Poniente, programando el sistema para un muestreo sencillo como se puede apreciar en la figura 9.

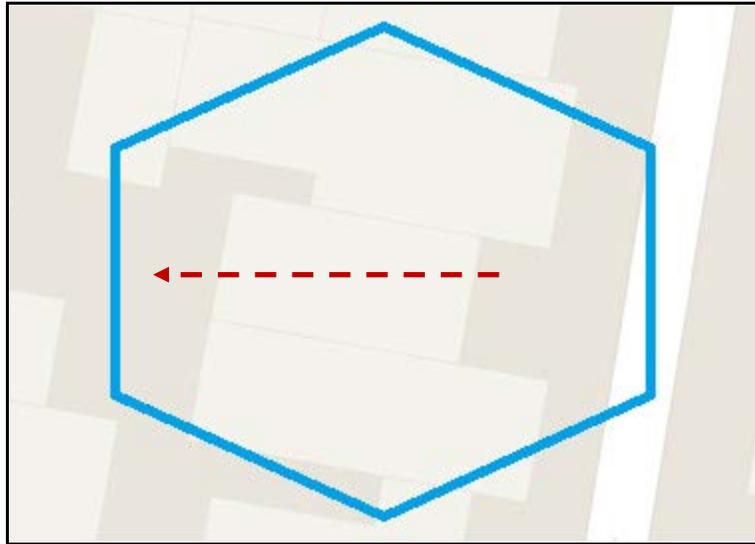


Figura 9 Movimiento Oriente/Poniente.

Los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 3, la cual muestra valores seleccionados ya que el recorrido se efectuó nuevamente a una velocidad de peatón, en esta prueba se contó con obstáculos a línea de vista experimentar la falta de señales y simular problemas de mala recepción, fue de este modo como se realizaron perturbaciones a la operación del sistema.

Tabla 3 Muestreo en movimiento O/P.

\$GPGGA,044703.000,3143.0439,N,10626.9122,W,1,06,1.48,1123.0,M,-26.3,M,,*6A
\$GPRMC,044703.000,A,3143.0439,N,10626.9122,W,0.17,210.42,050516,,A*7C
\$GPGGA,044708.000,3143.0445,N,10626.9108,W,1,06,1.48,1122.8,M,-26.3,M,,*6B
\$GPRMC,044708.000,A,3143.0445,N,10626.9108,W,0.40,137.29,050516,,A*7D
\$GPGGA,044717.000,3143.0451,N,10626.9105,W,1,06,1.49,1122.7,M,-26.3,M,,*63
\$GPRMC,044717.000,A,3143.0451,N,10626.9105,W,0.15,88.04,050516,,A*41
\$GPGGA,044741.000,3143.0449,N,10626.9085,W,1,07,1.23,1122.5,M,-26.3,M,,*6F
\$GPRMC,044741.000,A,3143.0449,N,10626.9085,W,0.69,38.54,050516,,A*47
\$GPGGA,044742.000,3143.0447,N,10626.9078,W,1,07,1.22,1122.5,M,-26.3,M,,*61
\$GPRMC,044742.000,A,3143.0447,N,10626.9078,W,0.73,49.20,050516,,A*46
\$GPGGA,044743.000,3143.0446,N,10626.9079,W,1,07,1.23,1122.5,M,-26.3,M,,*61

\$GPRMC,044750.000,A,3143.0442,N,10626.9077,W,0.20,327.00,050516,,A*70
\$GPGGA,044751.000,3143.0442,N,10626.9078,W,1,07,1.22,1122.5,M,-26.3,M,,*66
\$GPRMC,044751.000,A,3143.0442,N,10626.9078,W,0.60,302.94,050516,,A*70
\$GPGGA,044752.000,3143.0443,N,10626.9080,W,1,07,1.23,1122.5,M,-26.3,M,,*62
\$GPRMC,044753.000,A,3143.0442,N,10626.9086,W,0.65,295.78,050516,,A*7B
\$GPGGA,044757.000,3143.0443,N,10626.9099,W,1,06,1.51,1122.5,M,-26.3,M,,*6B
\$GPRMC,044757.000,A,3143.0443,N,10626.9099,W,0.73,299.03,050516,,A*77

Por último, se modificó un ejemplo obtenido de [5], que invoca la imagen de la ubicación de una dirección postal introducida mediante una cadena de caracteres, en este caso en vez de la dirección se realiza manipulación de los datos de posicionamiento en el formato \$GPGGA (Global Positioning System Fix Data), seleccionando únicamente la latitud y longitud para obtener la imagen de la ubicación del sistema. En la figura 10 se muestra un ejemplo de la interfaz de usuario manipulada en LabVIEW y se observa la posición obtenida en la búsqueda de la latitud y longitud obtenida del archivo almacenado en Dropbox.

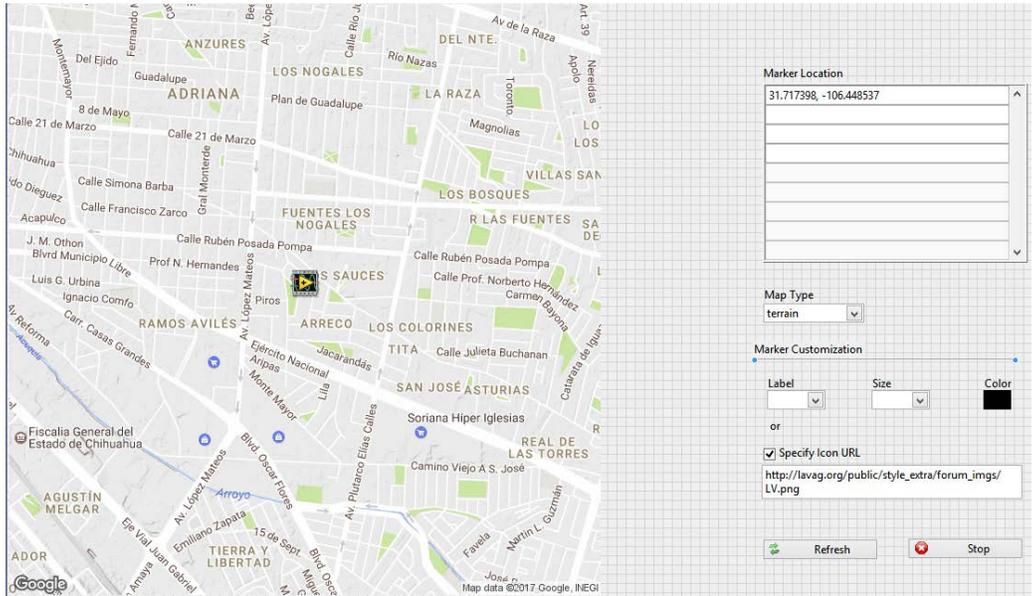


Figura 10 Panel frontal mostrando la ubicación obtenida en el mensaje del GPS.

## Discusión

Se tiene como plan a futuro algunas oportunidades de mejora del sistema como:

- Integración de sensores de movimiento para activar el sistema con la recepción de una interrupción general por movimiento.
- Inclusión de un sistema de alimentación con mayor capacidad, esto ya que es posible que el dispositivo al cual se aplique se ausente por tiempos prolongados.
- Añadir un sistema de comunicación por telefonía móvil con módulos de cuarta generación, con la finalidad de que el envío de datos sea más eficiente.
- Agregar actuadores para que el sistema interactúe con el usuario que lo transporte, como indicadores visuales.

## Conclusiones

Se realizó un Sistema de Localización Basado en GPS, diseñado para una aplicación específica, el cual envía información por medio de la conexión a la Red Wi-Fi local y puede ser analizada por el usuario responsable del equipo. El sistema cumplió sus funciones recibiendo la información proveniente de los satélites que integran la constelación GPS. Se logró también enviar los mensajes a un proveedor de servicios de almacenamiento virtual para posteriormente analizarlos en una interfaz de usuario realizada en LabVIEW.

## Referencias

1. Shi j., Xu C., Guo J., and Gao Y., 2015, Real-Time GPS Precise Point Positioning-Based Precipitable Water Vapor Estimation for Rainfall Monitoring and Forecasting. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 53, no. 6, pp. 3452–3459.
2. Petrek J., 2015, A satellite based localization service using a 3G mobile phone as an emergency terminal. 25th International Conference Radioelektronika.
3. Chew C., Small E., Larson K., and Zavorotny V., 2015, Vegetation Sensing Using GPS-Interferometric Reflectometry: Theoretical Effects of Canopy Parameters on Signal-to-Noise Ratio Data. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 53, no. 5, pp. 2755–2764.
4. Arduino, 2013, The power of temboo: connect the yún to 100+ apis”, <https://blog.arduino.cc/2013/09/11/the-power-of-temboo-connect-the-yun-to-100-apis/>
5. National Instrument Comunidad Home, 2009, <https://forums.ni.com/t5/Example-Program-Drafts/Using-Google-Maps-in-LabVIEW/ta-p/3517343>