

## Modelo de Monitoreo de Alarmas con Uso de la Nube y Supervisión Apoyada con Drones

### Alarm Monitoring Model with Cloud Use and Supervision Supported with Drones

Maycol Alexander Segura Cuervo

Facultad de Ingeniería, Maestría en Tecnología Informática, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,  
Tunja, Colombia  
maycol.segura@uptc.edu.co

Recibido / Received: 08-09-2016 – Aceptado / Accepted: 01-26-2017

#### Resumen

El modelo presenta un diseño de innovación regional para el monitoreo de alarmas, empleando receptoras virtuales de eventos, diseño de *software* para trabajo en la nube y vehículos aéreos no tripulados, cuyo campo de interés son las zonas rurales buscando mejorar los tiempos de respuesta de la supervisión a inmuebles. Con base en análisis de encuestas aplicadas a empresas Colombianas de monitoreo y la normativa actual, los autores proponen una arquitectura de integración tecnológica de acuerdo con los avances recientes en instrumentación para la detección de intrusos; concluyendo que el sistema propuesto satisface las necesidades primordiales de la seguridad electrónica y permite a través de la sensorica, recepcionar eventos de alarma y almacenar las evidencias de alarmas en imágenes tanto al interior como al exterior de los inmuebles con tiempos de respuesta mejorados en su adquisición, además de explorar nuevas formas de supervisión, orientadas a un modelo de negocio optimizado y accesible para las personas, empresas y entidades gubernamentales de seguridad que deseen emplearlo.

**Palabras clave:** Alarmas, Monitoreo, Seguridad, Drones, Sensores, software, receptora, eventos, supervisión.

#### Abstract

The model presents a design of regional innovation for alarm monitoring using virtual reception events, software design to work in the cloud and UnManned Aerial Vehicles (UAVs), whose field of interest are rural areas seeking to improve response times supervision of buildings. Based on analysis of surveys of Colombian companies and monitoring the current rules, the authors propose an architecture of technological integration according to recent advances in instrumentation for detection of intruders; concluding that the proposed system satisfies the basic needs of electronic security and allows through the sensor system, receive alarm events and store evidence alarms in pictures both inside and outside properties with improved

response times on its acquisition besides exploring new forms of supervision oriented model optimized and accessible to individuals, businesses and government entities that would like to employ security business.

**Keywords:** Alarmas, Monitoreo, Seguridad, Drones, Sensores, software, receptora, eventos, supervisión.

### I. INTRODUCCIÓN

El modelo del sistema de monitoreo electrónico de alarmas basado en drones, tiene un enfoque de profundización e integración tecnológica, debido a que explora nuevas formas de supervisión en las alarmas monitoreadas en zonas rurales, teniendo en cuenta los tiempos de respuestas, la regulación del monitoreo en Colombia y la normatividad para uso de drones de la aeronáutica civil.

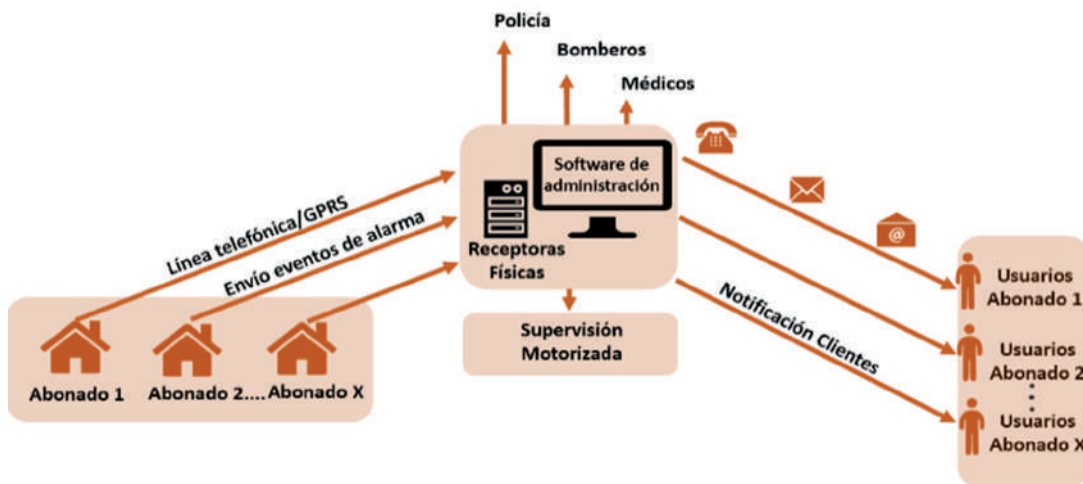
El alcance correlacional del proyecto se fundamenta en buscar una respuesta oportuna en la supervisión con drones, permitiendo una relación proporcional entre tiempo de reacción versus calidad del servicio.

En este proyecto participaron tres empresas de monitoreo de alarmas con licencia de operación nacional en Colombia, las cuales permitieron evi-

denciar las características actuales del servicio, sus procesos y sus productos más relevantes. Gracias a su aporte, se logró identificar los componentes principales de una central de monitoreo, las marcas de alarmas más empleadas, los dos tipos de sensores más utilizados en intrusión, clases de receptoras de eventos, existencia o no de planes de continuidad del negocio en la prestación del servicio, medios de comunicación entre paneles de alarma y central receptora, forma de transporte para la supervisión y cobertura del servicio.

### II. SISTEMA DE MONITOREO DE ALARMAS EMPLEADO EN LA ACTUALIDAD EN COLOMBIA

Consta de cinco componentes principales, sistema de alarma, medios de comunicación, central receptora de eventos, software de administración y supervisión motorizada.



Fuente: Los autores, 2016.

Fig. 1. Modelo de monitoreo actual estándar empleado en Colombia.

El monitoreo electrónico de alarmas es un sistema de seguridad, que consiste en la instalación de alarmas electrónicas para la vigilancia de propiedades

físicas de forma remota; estos sistemas reportan eventos (datos codificados con la información de la emergencia o situación de alarma) por medio de

módulos de comunicación a una central de monitoreo para la supervisión permanente por parte de operadores, los cuales están apoyados de recursos tecnológicos como medios de comunicación, receptoras de eventos, computadores y software de administración. Los servicios actuales de protección de propiedades físicas, emplean la instalación de dispositivos de detección, como sensores magnéticos, sensores infrarrojos, sensores de humo, entre otros, según sea la necesidad.

Conectados a un panel de alarma, los sensores activarán la señal de alerta al momento de detectar su variable, avisando automáticamente a la central de monitoreo a través de línea telefónica análoga o por Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS). Con base en procedimientos establecidos y dependiendo del tipo de emergencia, se actúa para la supervisión motorizada y, en caso de necesidad, se da aviso a las autoridades.

En Colombia, se presta el servicio de monitoreo electrónico de alarmas, tipificado como seguridad sin armas, estos sistemas tienen que ir conectados a una central de monitoreo operado por empresas de seguridad, que ofrecen el servicio con apoyo humano en turnos rotativos las 24 horas, los 365 días del año. Para la administración de los eventos, se emplean aplicativos *software* que generan un aviso visual y sonoro cada vez que arriban las señales.

De acuerdo con el tipo de evento recibido en la central de monitoreo, se inicia el procedimiento de atención del mismo, enviando supervisores al inmueble donde está instalado el sistema o reportando la alerta a las autoridades como Policía, bomberos o entidades médicas, según sea el caso. La supervisión se hace por parte de hombres motorizados, ellos recopilan evidencias en fotos o videos, que posteriormente pueden servir como pruebas en caso de procesos judiciales por robo o en su defecto sirve como acción preventiva y disuasiva hacia los posibles intrusos. Según la superintendencia de seguridad y vigilancia privada de Colombia [1], los supervisores no están autorizados a ingresar a las casas o empresas, tampoco pueden portar armas de fuego o arrestar a un individuo. Su objetivo principal es el poder encontrar en flagrancia al intruso

para recopilar evidencias, siempre y cuando no se ponga en riesgo su integridad física; de ahí la necesidad de reaccionar rápidamente.

En la actualidad, los servicios de monitoreo de alarma se enfocan únicamente a la instalación y monitoreo de señales de alarma detectadas por sensores instalados estratégicamente [2], acompañados por un teclado local y procesados por un panel principal.

El monitoreo de alarmas es conocido principalmente por su actividad en zonas urbanas, sin embargo, en zonas rurales también se presta el servicio en empresas y casas. Existen dos problemáticas principales en la prestación del servicio en zonas rurales: la primera es una tardía presencia en sitio por parte de los supervisores, especialmente por aspectos de desplazamiento; y la segunda es la poca inclusión en el servicio de aplicaciones remotas para la activación y desactivación de dispositivos que ayuden a disuadir o reducir los riesgos de un robo.

La supervisión en inmuebles en zonas rurales, representa una tarea pendiente por resolver debido a que existen problemáticas en Colombia en cuanto a veredas con vías angostas, sin pavimentar en su mayoría, con difícil acceso para vehículos y en algunos casos quedan distantes de las cabeceras urbanas; a esto se le suma variables como condiciones ambientales y bajas velocidades en los automotores por el estado de las carreteras. Frente al modelo tradicional de seguridad, todas estas variables protagonizan una dificultad en la prestación del servicio de monitoreo de alarma por cuanto no se puede cumplir a satisfacción la supervisión cuando ocurran situaciones de emergencias, ya que estas se atenderían con elevados tiempos de respuesta, ofreciendo un servicio deficiente en una de sus etapas claves de reacción y salvaguarda.

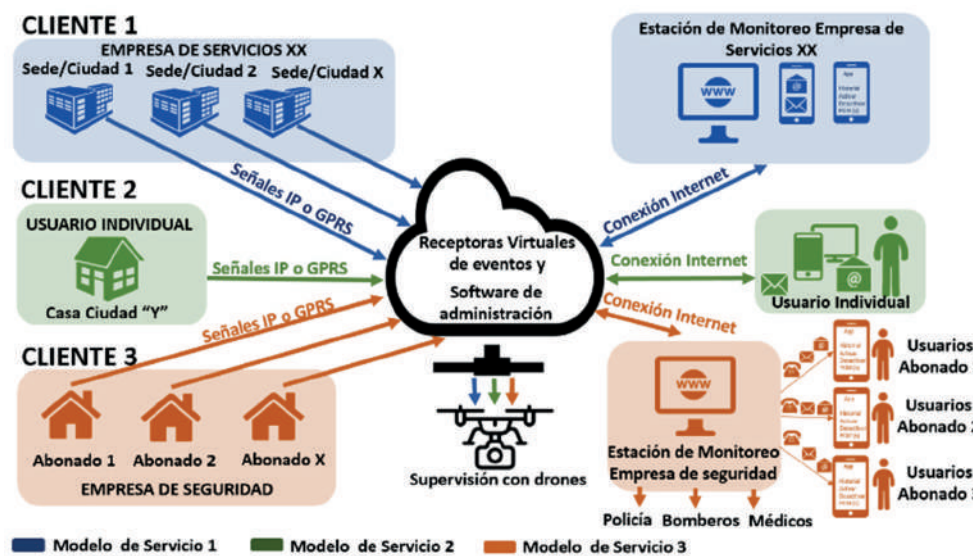
A nivel de usuario en los sistemas de alarma, no se han incorporado al servicio funciones para realizar operaciones remotas; es decir, que puedan activar o desactivar la alarma, encender o apagar artefactos como luces, sirenas o accionar mecanismos como puertas y chapas de seguridad desde sus dispositivos móviles permitiendo la prevención y mitigación del riesgo contra posibles intrusos. Estas herramien-

tas remotas podrían ser altamente utilizadas por clientes con casas campestres que habitualmente las usan para periodos de descanso o por empresas que cuentan con personal encargado de su seguridad y que en días de descanso se encuentren fuera de sus instalaciones y necesiten tener control sobre su sistema de seguridad.

El levantamiento de información para conocer el modelo actual, se realizó mediante encuestas aplicadas a tres empresas con cobertura nacional donde se evidenciaron dos problemáticas, la primera es la supervisión a zonas rurales cuando se prestaba el servicio en estas áreas; y la segunda, la falta de planes de continuidad de negocio en las empresas prestadoras del servicio.

### III. DISEÑO DEL MODELO PROPUESTO PARA EL SISTEMA DE MONITOREO CON USO DE LA NUBE Y SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE DRONES

El modelo propuesto corresponde a un sistema basado en la nube con la inclusión de vehículos aéreos no tripulados, conocidos como drones, donde las empresas prestadoras del servicio de monitoreo no necesitan infraestructura tecnológica para monitorear sus abonados. Basta con tener una conexión a internet segura para monitorear todos sus clientes sin importar su ubicación geográfica.



Fuente: Los autores, 2016.  
Fig. 2. Modelo de monitoreo propuesto.

El modelo consta de una plataforma informática diseñada para la administración de abonados/clientes interconectado con receptoras virtuales de eventos a través de puertos serie. Toda la infraestructura tecnológica se encuentra instalada en servidores en la nube para gestionar un sistema más eficiente con espejos para respaldo de información y continuidad del negocio. El *software* diseñado para la administración es multiusuario y puede ser empleado por varias empresas al mismo tiempo, iniciando sesión cada una con sus credenciales

de validación, donde podrán gestionar todos sus clientes.

Los drones hacen parte de la supervisión de cada área y están diseñados dentro del modelo propuesto para que estén ubicados estratégicamente en zonas donde se presta el servicio de monitoreo.

Los medios de comunicación empleados son a través de módulos de Protocolos de Internet (IP) y módulos GPRS conectados a la red de telefonía celular.

El funcionamiento consiste en que una vez recepcionado el evento de alarma, el software de administración visualiza automáticamente las coordenadas geográficas del inmueble donde ocurre la emergencia para que el operador de medios tecnológicos de la empresa de seguridad pilotee el dron hasta el sitio, con el objetivo de supervisar la parte externa de la infraestructura física, tomando registro en fotos o videos para convertirlo en una evidencia judicial.

El modelo permite tres modalidades de servicio, para empresas de seguridad electrónica, empresas particulares o clientes finales; el uso de la plataforma propuesta, permite monitorear instalaciones de forma directa, sin intermediarios y sin invertir en infraestructura tecnológica.

Los componentes principales del modelo propuesto son:

### A. Plataforma de Administración y Recepción de Eventos en la Nube

La plataforma se diseñó y se implementó creando un aplicativo *software* desarrollado en lenguaje Python [3], con base de datos MySQL [4]; está alojado en un servidor en la nube con servicio de conectividad y disponibilidad las 24 horas del día los 365 días del año. El sistema cuenta con una IP pública fija para la recepción de eventos provenientes de módulos GPRS e IP instalados en las alarmas, además de una aplicación móvil desarrollada con Android estudio [5], para interactuar con el sistema de alarma, generar emergencias de pánico y visualizar la totalidad de eventos, recepcionados por la plataforma.

Fecha	Evento	Cliente (Abonado)	Zona	Opciones
2016-09-20 10:11:13 PM	E100 - Médica	Empresa 1		Atender Evento
2016-09-20 10:03:48 PM	E100 - Médica	Empresa 1		Atender Evento
2016-09-20 09:59:44 PM	E350 - PROBLEMAS DE COMUNICACIÓN	Empresa 1		Atender Evento

Fuente: Los autores, 2016.

Fig. 3. Plataforma de monitoreo.

Basado en una interfaz gráfica intuitiva para el operador de medios tecnológicos, esta herramienta permite la visualización de todos los eventos recepcionados en tiempo real. El *software* permite crear cuentas de usuario, donde se almacena toda la información de los sistemas instalados, discriminando el número de abonado, zonas de ubicación de sensores, tipo de sensor por zona, panel de alarma instalado, usuarios del sistema, horarios de activación/desactivación, medio de comunicación y visualización

de las coordenadas geográficas donde se encuentra instalada la alarma. Cada vez que se recepciona un evento, se inicia un procedimiento de verificación y reacción, dando aviso automático a los clientes por medio de correos, mensajes de texto y por notificación a la aplicación móvil. En caso de requerir supervisión, el *software* entrega las coordenadas al piloto para que se dirija hasta el inmueble a través del dron.

### B. Receptora Virtual de Eventos

Para la recepción virtual de eventos, se escogió la Receptora Virtual de Eventos (IPRS-7), un *software* propietario de la empresa Paradox, el cual simula una receptora física, permitiendo su instalación en la nube. El Software Receptor IPRS-7 de IP/GPRS, es un programa diseñado específicamente para emular la Receptora Física de Eventos de Alarma (IPR512) directamente desde una computadora sin necesidad de utilizar un verdadero receptor. Ofrece el reporte vía Mensaje corto de texto que se puede enviar entre celulares o móviles (SMS) como solución de respaldo. La receptora virtual IPRS-7 recibe los reportes de eventos vía IP/GPRS y/o SMS provenientes de un módulo de comunicación Paradox IP100, PCS100, 200,300 y

los convierte en el formato de reporte ADEMCO 685, SURGARD MLR2-DG o RADIONICS 6500. El evento es enviado después al software de administración vía puerto serie. Hasta 50,000 eventos pueden ser almacenados en la base de datos. Estos eventos son almacenados por el programa bajo el Protocolo de Comunicación de Alarmas (Contact ID). Dentro de las características más relevantes, se encuentran: almacenado y administración de los eventos entrantes (hasta 50,000); selección de entrada en puerto IP y módem GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) o GPRS y salida Puerto Serial de Comunicaciones de Datos Digitales (COM); registro, visualización y gestión de abonados; monitoreo del módem GSM/GPRS y confirmación a la estación receptora al detectarse un fallo de red [6].

ID	Date and Time	Account #	Event CID #	Description	Partition/Door	Zone/User	Received From	Status
703	9/20/2016, 11:11:16 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Received, to be reported
702	9/20/2016, 11:11:12 PM	0001	1 602	Periodic test report	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
701	9/20/2016, 11:11:12 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
700	9/20/2016, 11:11:11 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
699	9/20/2016, 10:11:12 PM	0001	1 602	Periodic test report	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
698	9/20/2016, 10:01:22 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
697	9/20/2016, 10:01:18 PM	0001	1 100	Medical	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
696	9/20/2016, 10:01:18 PM	0001	1 100	Medical	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
695	9/20/2016, 10:01:18 PM	0001	3 552	Radio transmitter disabled ...	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
694	9/20/2016, 10:01:17 PM	0001	3 552	Radio transmitter disabled ...	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
693	9/20/2016, 10:01:17 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
692	9/20/2016, 10:01:17 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
691	9/20/2016, 10:01:16 PM	0001	1 602	Periodic test report	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
690	9/20/2016, 10:01:16 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
689	9/20/2016, 10:01:16 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
688	9/20/2016, 10:01:15 PM	0001	1 602	Periodic test report	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully
687	9/20/2016, 10:01:15 PM	0001	1 354	Failure to communicate event	01	000	00:19:BA:02:7F:76	Reported successfully

ID	Date and Time	CID code	Activity Type	Activity Log	Additional Info
79	9/25/2016, 12:55:12 AM	1 000	Operator	Login	admin
78	9/24/2016, 5:09:43 PM	1 000	Operator	Login	admin

Fig. 4. Receptora virtual de eventos.  
Fuente: Los autores 2016.

### C. Protocolo y Medio de Comunicación

El protocolo de comunicación empleado para la comunicación entre paneles de alarma y central, es el Contact ID. Cuando mencionamos un protocolo de comunicación, a lo que en realidad nos referimos es al lenguaje que utiliza el panel de alarma para enviar información a la central de monitoreo. Este lenguaje suele responder a una serie de nor-

mas establecidas por el fabricante del producto. En primer lugar, el panel toma la línea y disca el número de la receptora. La receptora atiende y ofrece al panel distintos tipos de *handshake* (Protocolo de comienzo de comunicación entre máquinas o sistemas) en un orden pre programado. Cuando el panel “escucha” el *handshake* que se corresponde con el protocolo utilizado, le pasa el paquete de datos a la receptora. Cuando el panel termina de enviar los da-

tos, aguarda a la señal de *kissoff* (Indicador de señal cuando ha sido reconocido por un equipo remoto) de la receptora para cortar la comunicación. Todo este proceso varía muy poco de protocolo en protocolo [7]. El formato Contact ID se compone de una serie de dígitos con información concerniente a los eventos que transmite un panel de alarmas. Fue un protocolo desarrollado por la empresa Ademco para comunicar sus equipos, es un formato reconocido por la Asociación de Industrias de Seguridad-SIA como estándar sugerido y adoptado por muchos otros fabricantes para aumentar la compatibilidad entre los paneles de alarma y las estaciones centrales de monitoreo.

Tonos previos, “handshake”. Al ocurrir un evento, la transmisión inicia detectando tono de marcado con una llamada producida por el panel de alarmas al número asignado a la estación central de monitoreo, la misma que al recibir la llamada contestará con una secuencia de tonos DTMF (Sistema de Marcación por Tonos Multifrecuencial) emitidos a un espacio de tiempo definido. A esta secuencia de tonos, se la conoce como “handshake” del formato contact ID. La secuencia consiste en un tono de 1400Hz con una duración de 100 milisegundos, seguida de una pausa de 100 milisegundos finalizando con un tono de 2300 Hz de 100 milisegundos. Toda esta operación la realiza el receptor, indicando al panel de alarmas que está listo para recibir los bloques de datos correspondientes a los eventos ocurridos. Regularmente, se acepta un porcentaje de error del 5 % en las frecuencias y en la duración de las mismas.

Transmisión de eventos y “kissoff”. Una vez finalizado el “handshake”, con un retardo de 250 milisegundos a 300 milisegundos, es enviado el bloque de datos por parte del panel de alarma. Cada mensaje consta de 16 dígitos separados con espacios y el tiempo entre mensajes es de un tiempo máximo de 1.25 segundos previo un tono de reconocimiento emitido por el receptor llamado “kissoff”.

El bloque de mensaje se divide e interpreta de la siguiente forma:

ACCT MT QXYZ GG CCC S

Donde:

- ACCT: son los 4 dígitos del número de cuenta (0 a 9 y B a F).
- MT: del inglés Message Type (tipo de mensaje). Esta secuencia de 2 dígitos es utilizada para que la receptora identifique el mensaje como Contact ID. Es transmitido como 18 (de preferencia) o como 98 (opcional).
- Q: calificador del evento, esto da información específica de los eventos: 1: Nuevo evento o Apertura 3: Nueva restauración o Cierre 6: Condición previamente reportada y todavía presente (reporte de estado).
- XYZ: código del evento (3 dígitos en hexadecimal 0-9. B-F).
- GG: indica el número de partición (2 dígitos en Hexadecimal). Se utiliza 00 para indicar un evento del sistema.
- CCC: número de zona o usuario (3 dígitos en Hexadecimal). Se utiliza 000 para indicar un evento del sistema. De esta manera, un evento enviado en este protocolo nos permite tener más información sobre lo que está sucediendo en el panel.
- S: comprobación de errores.

Adicionalmente, el panel de alarma que actúa como transmisor, debe reconocer como mínimo 400 milisegundos de tono “kissoff” antes de considerarlo válido. En caso de que el transmisor no reciba el tono de reconocimiento, volverá a transmitir el mensaje con un número de intentos máximo de 4.

El protocolo contact ID, es actualmente el más difundido y predominante para las comunicaciones digitales de alarmas. Fue adoptado por la mayoría de los fabricantes en busca de la compatibilidad de toda la industria. Es mucho más completo en cuanto a la cantidad de información que envía [8].

Los 3 dígitos de evento del contact ID tienen una interpretación que es ahora un estándar aceptado y recomendado por la SIA (Autoridad de la Industria de Seguridad).

#### D. Vehículo Aéreo no Tripulado

Para el sistema de monitoreo diseñado, se seleccionó el Dron Matrice 600, enfocado en tareas industriales. Entre las características más destacadas, se encuentra su capacidad de carga de hasta 6 kilos, un sistema de seis baterías independientes que, según su configuración, puede alcanzar una autonomía de vuelo hasta 45 minutos.

El dron Matrice 600 puede transmitir video en 1080p a 60 cuadros por segundo en un área de hasta 5 kilómetros de distancia del operador, consta de tres GPS y un sistema de navegación compuesto por acelerómetros y giroscopios que le permiten ajustar los patrones de vuelo y realizar tomas más precisas. Con este modelo, se puede monitorear zonas rurales de alto riesgo [9].



Fuente: Referencia [10]

Fig. 5. Dron propuesto en el diseño para modelo de monitoreo nuevo.

Seguridad en vuelo inteligente: el M600 utiliza Controladores electrónicos de velocidad (ESCs) inteligentes impulsados por onda sinusoidal para garantizar un rendimiento preciso, seguro y eficiente mientras los sistemas auto-adaptables del Modelo del sistema de control de vuelo A3 ajustan los parámetros de vuelo automáticamente según las distin-

tas cargas útiles. El A3 puede ser actualizado con dos GNSS (Sistema global de navegación por satélite) y 2 unidades IMU (Unidad de medición inercial) adicionales al A3 Pro, o con el D-RTK (Navegación cinética satelital en tiempo real) GNSS para una precisión mejorada.

A3 PRO: con una redundancia modular triple y algoritmos de diagnóstico que comparan los datos de los sensores del conjunto de tres unidades en tiempo real, el A3 Pro garantiza que el M600 vuele exactamente como se espera.

D-RTK GNSS: el sistema GNSS del A3 puede actualizarse para una precisión al centímetro. Utilizando antenas duales, su rumbo de orientación es más preciso que con un sensor de brújula, y es capaz de resistir las interferencias magnéticas de las estructuras metálicas

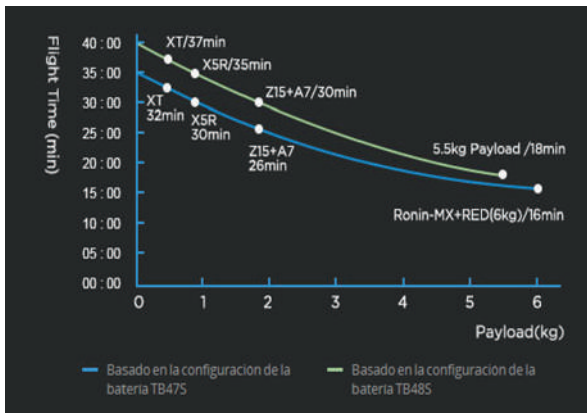


Fuente: [9]

Fig. 6. Rango de transmisión.

Tiempos de vuelo y rango de transmisión ampliados: el M600 cuenta con un tiempo de vuelo ampliado y un rango de largo alcance de hasta 5 km, así como con una transmisión de imagen en Alta Definición (HD) de latencia ultra baja para una composición y grabación de imagen precisa. El M600 utiliza 6 pequeñas baterías inteligentes de la fábrica de drones DJI, permitiendo que sean fáciles de enviar a donde sea necesario. Un sistema de gestión de la energía y un cuadro de distribución personalizados permiten encender todas las baterías a la vez accionando un solo pulsador, y mantiene al sistema en vuelo en el caso de fallar una de las baterías, así como permite a los usuarios comprobar el estado de las baterías en tiempo real durante el vuelo.





Fuente: Referencia [9]  
 Fig. 7. Tiempo de vuelo ampliado.

Transmisión HD profesional: ha sido diseñado para cumplir las exigencias de la emisión profesional, ofreciendo una alta frecuencia de fotogramas y retransmisión HD en directo. Puertos USB, mini-HDMI (Interfaz multimedia de alta definición) y 3G-SDI (Interfaz digital serial) admiten salida de vídeo de hasta 1080p/60fps o una salida de emisión estándar de 720p/59.94fps y 1080i/50fps.

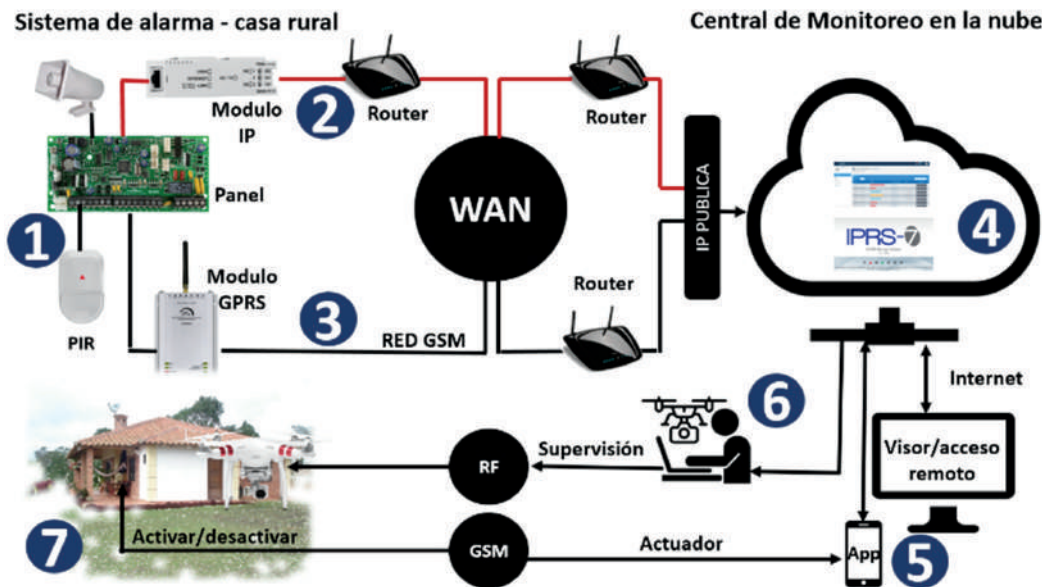


Fuente: Referencia [9]  
 Fig. 8. Estación de mando para pilotear el dron.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

De acuerdo con las encuestas aplicadas, se identificó que el sistema de alarmas más utilizadas es la marca Paradox; para la implementación del prototipo se empleó este tipo de alarmas, el cual permitió validar el modelo propuesto frente al empleado actualmente en Colombia.

Para la recepción de eventos, se empleó una receptora virtual IPRS-7 marca Paradox, la cual envió los eventos al sistema administrador. El dron seleccionado para el prototipo, fue un cuadricóptero DJI phantom 3 avanzado el cual contó con una autonomía de vuelo hasta 23 minutos con una cobertura máxima de cinco kilómetros de radio con línea de vista y una velocidad máxima de 16m/s. Se tuvo en cuenta para la operación del dron, toda la normatividad expedida por la Aeronáutica Civil Colombiana [11].



Fuente: Los autores, 2016.

Fig. 9. Prototipo implementado para validar el modelo propuesto.

En el bloque 1 de la figura 9, se muestra el sistema de alarma con los módulos de comunicación y con un sensor infrarrojo pasivo; la alarma es el sistema instalado en la casa de campo. En el bloque 2 se evidencia una de las dos posibles formas de comunicación; para el caso, la comunicación a través de un módulo IP vía internet. El bloque 3 refleja la opción número dos de comunicación GPRS a través de la red telefónica celular utilizando un GPRS. Ambos tipos de comunicación apuntan al bloque 4 donde se encuentra alojada en la nube la central de monitoreo; desde allí una empresa puede conectarse remotamente a través de una acceso web o con la aplicación móvil, como lo muestra la parte 5.

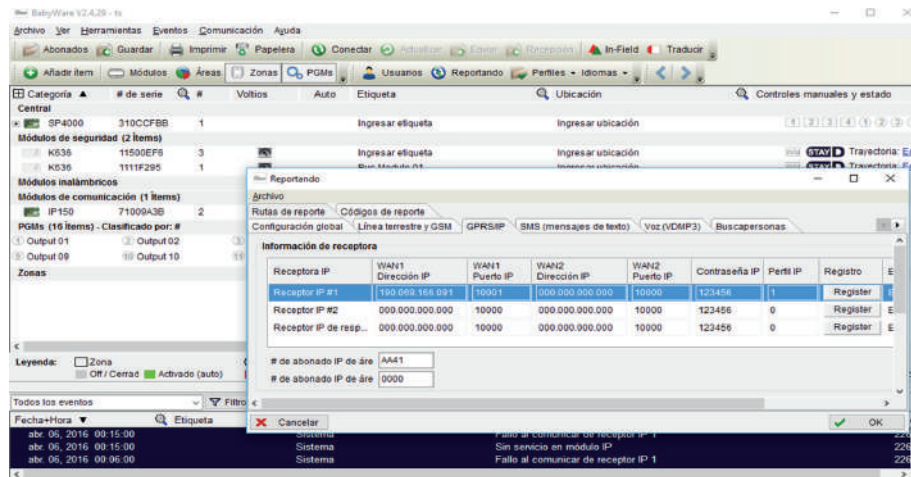
Una vez se genere un evento de alarma de robo, los operadores de la central de monitoreo en la nube obtendrán las coordenadas geograficas para pilotear el dron y supervisar la casa monitoreada para capturar evidencias. Además, el propietario de la casa será notificado automaticamente desde la central de monitoreo de lo ocurrido en su vivienda, a través de

mensajes de texto, correos electrónicos o con alertas al teléfono celular.

El propietario tendrá la posibilidad de activar remotamente mecanismos en su casa, como cierre de seguros o encendido de luces para mitigar la situación de emergencia desde la aplicación móvil.

El sistema de alarma instalado en el inmueble rural consta de un panel sp4000 [12], una batería 12v a 7A, transformador de 110 vac a 18vac, sirena de 30w, un sensor infrarrojo pasivo, un contacto magnético y un botón pánico cableado. Para la comunicación, se dispuso de un módulo GPRS PCS300[13], y un módulo IP150 [14], para probar el sistema con dos medios de comunicación.

La programación del panel y de los módulos de comunicación, se realizó con el *software* babyware y se adquirió una *simcard* de datos con capacidad de 5Mbps para la conexión a la red GSM. Esta instalación fue validada por la empresa Ecss Ltda., empresa de monitoreo de alarmas de Colombia.



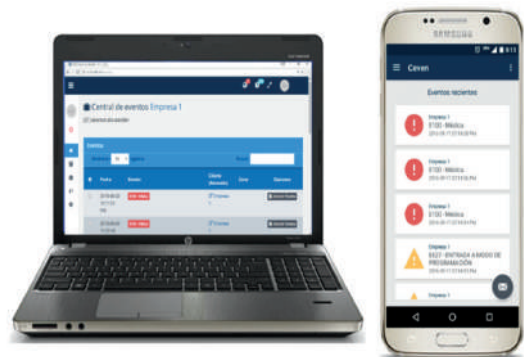
Fuente: Los autores 2016.  
 Fig. 10. Software Babyware para programación de alarma Paradox.

La plataforma en nube para la recepción de eventos y el software de monitoreo, se instaló en un servidor de la empresa Amazon con sistema operativo windows server.

### V. RESULTADOS

El sistema de alarma funcionó correctamente detectando la intrusión por medio de un sensor infrarrojo pasivo. Una vez se ingresó a la casa modelo, el panel de la alarma reportó a través del módulo GPRS PCS300 la señal de evento de robo a la central de monitoreo alojada en la nube. Esta transmisión del evento se realizó también en otra prueba por medio del módulo IP. Una vez recepcionado el evento, el software de administración entregó las coordenadas geográficas al operador de medios tecnológicos, y este piloteó el dron hasta la residencia afectada sacando fotos y tomando video de la supervisión a la zona externa del inmueble.

El tiempo calculado entre envío del evento vía GPRS y la recepción del mismo, se calculó en 4 segundos promedio luego de diez pruebas. La misma prueba realizada con módulo IP, arrojó un tiempo promedio de tres segundos.



Fuente: Los autores, 2016.  
 Fig. 12. Resultados eventos recepcionados en versión web y móvil, luego de una alarma.



Fuente: Los autores, 2016.  
 Fig. 11. Elementos prototipo

En la supervisión con el dron, se encontró una respuesta rápida debido a que se planteó un escenario con una vía terrestre de ancho media. El dron se dispuso a 600m de distancia donde estaba la casa para realizar pruebas de desplazamiento entre los diferentes medios de tránsito, teniendo en cuenta las vías de acceso y según su clasificación, como se muestra en la tabla 1.

TABLA 1. PRUEBAS PARA DETERMINAR EL MEDIO DE SUPERVISIÓN EN ZONAS RURALES SEGÚN LAS VÍAS CLASIFICADAS POR SU ANCHO

TIPOS DE VIA POR SU ANCHO	DESCRIPCIÓN DE LA VÍA	SUPERVISIÓN	VELOCIDAD MAXIMA "Km/h"
Sin vía	Zonas rurales para el uso exclusivo de peatones	carro vehículo motor 1.300	0
		moto motor 150	0
		dron phantom avanzado	80
Estrechas	vías en las cuales la sección de circulación tiene un ancho inferior a los 1 m.	carro vehículo motor 1.300	0
		moto motor 150	20
		dron phantom avanzado	80
Medias	vías en las que los vehículos circulan por una sección con un ancho que va de 5 a 3 m	carro vehículo motor 1.300	40
		moto motor 150	150
		dron phantom avanzado	80
Anchas	Vías que pueden tener más de dos carriles y cada uno de ellos tiene más de 6 m de ancho.	carro vehículo motor 1.300	160
		moto motor 150	150
		dron phantom avanzado	80

Fuente: Los autores, 2016

En las pruebas realizadas con tipos de vías clasificadas por su ancho, se comprobó que el dron es el medio para la supervisión más eficiente en zonas rurales por mantener una velocidad constante independiente de los trayectos terrestres por ser un vehículo aéreo; mientras que los automotores convencionales dependen de las vías de acceso en tierra. Para el caso experimental, el dron gastó en reaccionar y supervisar, 39 segundos aproximadamente, mientras que en un automotor se gastó 56 segundos aproximadamente.

## VI. CONCLUSIONES

El sistema de monitoreo planteado incorpora módulos IP como alternativa de comunicación para reemplazar las líneas análogas, dando posibilidades de

interacción entre usuario y sistema de alarma por medio de aplicaciones móviles.

Se encontró que las receptoras virtuales de eventos, emulan correctamente a una receptora física y, a su vez, las receptoras virtuales tienen la ventaja de incorporar un número ilimitado de abonados frente a las receptoras físicas que traen hasta 1024 abonados de capacidad por cada una.

El sistema de monitoreo diseñado, incorpora drones como una manera nueva de supervisar inmuebles en las zonas rurales, permitiendo llegar a sitios de difícil acceso que normalmente un automotor no llegaría o tardaría bastante.

Con la toma de imágenes por medio de la cámara del dron, se garantiza la toma de evidencias y se reduce al 0 % el riesgo de vida de un supervisor humano. Cada vez que un supervisor acude a un inmueble por eventos de alarma, este pone en riesgo su integridad, ya que puede ser atacado o se puede accidentar en el trayecto por la velocidad que la reacción requiere.

El trabajo expuesto permite que empresas y usuarios finales utilicen conjuntamente una plataforma sin invertir en infraestructura para el servicio del monitoreo.

Las empresas de seguridad que deseen utilizar la plataforma como herramienta del servicio de monitoreo, pueden contar con respaldo de información, disponibilidad las 24 horas y con la estrategia de continuidad del negocio garantizada por ser un servicio de computación en la nube; reduciendo considerablemente los costos de inversión y mantenimiento tecnológico.

La incorporación de aplicaciones móviles al modelo enunciado, permite al usuario una interacción directa con el sistema de alarma pudiendo activar o desactivar el sistema, encendiendo luces o abriendo puertas; además, permite visualizar todas las actividades que los sensores registran, gracias a las notificaciones que la plataforma envía en tiempo real.

El dron, por ser un vehículo aéreo, no depende de las condiciones terrestres para desplazarse, y esto

garantiza que los tiempos de respuesta en la supervisión sean directamente proporcionales a la velocidad máxima que el dron pueda desarrollar.

#### VII. TRABAJOS FUTUROS

El modelo propuesto deja como trabajo futuro el automatizar la supervisión con el dron, ya que este se podía programar para ir hasta donde los clientes sin ayuda humana. No se realizó en este proyecto debido a que la circular No. 002 del 8 de septiembre del 2015, expedida por la aeronáutica civil de Colombia, establece que los drones con fines comerciales deben ser pilotados directamente por un humano.

Aunque el proyecto se limitaba al área de la seguridad electrónica, la plataforma de monitoreo queda abierta para recepcionar eventos de otras áreas y tipos de sensores diferentes a sistemas de seguridad; por ejemplo, señales de sensores de caudal, flujo, entre otros.

#### REFERENCIAS

- [1] La Superintendencia, D. E. V. Y. Seguridad, I. Que, a P. D. E. La, and D. E. A. C. O. N. El, “SuperVigilancia SuperVigilancia.” [Online]. Available: <http://es.calameo.com/read/0042453037107ef81cc37>.
- [2] S. D. E. M. Y. Mantenimiento, “G4s technology colombia s.a. servicio de monitoreo y mantenimiento guía de usuario 1”, 2012. [Online]. Available: <http://es.calameo.com/read/0042453033b719e9ef6e9>.
- [3] Python organización, “Lenguaje de programación.” [Online]. Available: <https://www.python.org/>.
- [4] Oracle Corporation, “Bases de datos MySQL.” [Online]. Available: <https://www.mysql.com/>.
- [5] Android Developers, “Programación en Android para dispositivos móviles.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/about/android.html>.
- [6] Paradox, IPRS-7 - Software Receptor de IP / GPRS para PC Guía Rápida. 2012.
- [7] S. I. a Dc-, “Digital Communication Standard - Ademco ® Contact ID Protocol - for Alarm System Communications,” Group, 1999.
- [8] Rnds, “Protocolo de Comunicación para alarmas” [Online]. Available: [http://www.rnds.com.ar/articulos/062/196\\_W.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/062/196_W.pdf).
- [9] DJI, “Drone Matrice 600”, 2016. [Online]. Available: <http://www.dji.com/es/product/matrice600>
- [10] M. 600, “Matrice 600”, 2016. [Online]. Available: [http://store.dji.com/es/product/matrice-600?from=menu\\_products](http://store.dji.com/es/product/matrice-600?from=menu_products)
- [11] A. Colombiana, “Aerocivil regula el uso de drones comerciales en Colombia” [Online]. Available: <http://www.aerocivil.gov.co/Lists/NoticiasInternet/DispForm.aspx?ID=197>
- [12] Paradox, “SP4000”. [Online]. Available: <http://www.paradox.com/Downloader/?ID=3158>
- [13] Paradox, “Módulo GPRS PCS300”. [Online]. Available: [http://www.paradox.com/Downloader/?T=URL&URL=/Documentation/Manuals/ARCHIVES\\_InstallationProgramming/PCS300-EU02.pdf](http://www.paradox.com/Downloader/?T=URL&URL=/Documentation/Manuals/ARCHIVES_InstallationProgramming/PCS300-EU02.pdf)
- [14] Paradox, “Módulo IP150”. [Online]. Available: <http://www.paradox.com/Downloader/?ID=7040>