

## Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá - SIATA

En los últimos años la alta variabilidad climática ha generado que las temporadas de lluvias afecten fuertemente a Colombia, exacerbandando la ocurrencia de eventos como movimientos en masa, inundaciones súbitas, desbordamientos de ríos y quebradas, destechamiento de viviendas, incendios forestales, entre otros. Las condiciones físicas y geomorfológicas de nuestra región, combinadas con las características climáticas y meteorológicas y la acelerada ocupación de las laderas se conviertan en un reto para la gestión de riesgos asociados a eventos naturales.

Es así que el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el Municipio de Medellín, EPM e ISAGEN, con el fin de propiciar progreso y desarrollo armónico de la región metropolitana y teniendo en cuenta la importancia de la gestión de riesgo, han venido impulsando la creación, sostenimiento, desarrollo y fortalecimiento técnico, científico y social del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá. Para lograr dicho objetivo, las entidades se han aliado con la Universidad Eafit para ser el gestor del desarrollo científico y tecnológico requerido en el proyecto.

SIATA ([www.siata.gov.co](http://www.siata.gov.co)) se convierte en un proyecto de investigación, innovación y desarrollo de tecnologías enmarcado en el contexto de gestión de riesgos asociados a amenazas naturales, sostenibilidad, y desarrollo de ciudades inteligentes que tiene como objetivo integrador generar alertas oportunas y anticipadas a los organismos de atención y prevención de desastres y a la comunidad vulnerable ante la probabilidad de ocurrencia de condiciones hidrometeorológicas extremas en el Valle de Aburrá que amenacen la vida de la población, la vivienda, y en general que atenten contra la calidad de vida.

Para lograr los objetivos descritos se diseñó una estrategia de investigación interdisciplinaria tipo *fast tracking* en la que el objetivo es que los resultados de estudios en ciencias de la tierra, incluyendo aspectos meteorológicos, climatológicos, e hidrológicos y geológicos se apliquen de manera rápida y directa en el desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real, y un sistema de pronóstico que en conjunto sirvan para generar conocimiento e información para la gestión del riesgo. El sistema de monitoreo, incluyendo todos los aspectos de control y telemetría, se ha desarrollado dentro del proyecto, de manera que las necesidades científicas y técnicas determinadas por las investigaciones se traducen en condiciones específicas para el desarrollo e implementación de sensores en tiempo real, y de la telemetría de los mismos convirtiéndose en un proyecto pionero en Colombia en el que por los esfuerzos educativos se logra romper la brecha entre el ciudadano, gobierno y comunidad científica.

El proyecto SIATA se puede pensar como la unión de tres macrotareas fundamentales, como lo son (i) el monitoreo ininterrumpido (24/7) y en tiempo real



de variables hidrológicas, meteorológicas y de suelos asociadas a tormentas extremas, (ii) el desarrollo de modelos numéricos de pronóstico meteorológico e hidrológico que permiten la generación de alertas extendidas, y (iii) la difusión multicanal de la información a todo el público objetivo.

## 1. Monitoreo en tiempo real

A día de hoy el proyecto cuenta con las 75 estaciones pluviométricas, 14 estaciones multiparamétricas que miden temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, precipitación y presión, 8 Estaciones de nivel, 33 Acelerógrafos, un radar meteorológico, un radiómetro, y una red de humedad del suelo en fase de calibración. La Figura 1 (izquierda) muestra la distribución de la red pluviométrica a lo largo y ancho del valle.

Cada una de las estaciones de la red transmite información en tiempo real (cada minuto) de las diferentes variables que se monitorean. Para poder constantemente controlar y recibir la información enviada desde campo se desarrolló un sistema integrado de telemetría y recepción de la información. Dicho desarrollo, llevado a cabo por los ingenieros físicos y de sistemas del proyecto, parte del diseño del hardware necesario para controlar los diferentes sensores que se usan en el proyecto. En la Figura 1 (derecha) se muestra una foto del hardware o tarjetas controladoras y de telemetría que han sido diseñadas y fabricadas en el marco del proyecto de investigación y desarrollo en cuestión. Dichas tarjetas, que usan microcontroladores de la familia PIC, se conectan a los diferentes sensores, y pueden almacenar la información registrada en cada segundo, hacer operaciones y manipulaciones estadísticas básicas a los datos, realizan un primer nivel de control de calidad, hacen un control de hora y fecha de medida mediante la inclusión de un reloj de tiempo real, y envían la información al centro de control ubicado en el sector del estadio (antigua Torre de Ajedrez) mediante comunicaciones GPRS, donde la información es procesada e incluida en la base de datos histórica. Igualmente que el desarrollo del hardware, el software de las tarjetas ha sido diseñado en el marco del proyecto, dando la versatilidad y la capacidad local necesaria para el sostenimiento del proyecto y el sistema de monitoreo.



Figura 1. (Izquierda) Distribución de las redes de monitoreo a lo largo y ancho del Valle de Aburrá. (Derecha) Ejemplo de tarjeta controladora y de telemetría desarrollada en el proyecto.



## 2. Desarrollo de Herramientas de Pronóstico

Otra componente importante es la modelación hidrológica y meteorológica. Esto se ha logrado a partir de la implementación de modelos usados en el mundo adaptados a las condiciones propias del Valle de Aburrá y la investigación del comportamiento hidrometeorológico de la región, permitiendo construir pronósticos a corto plazo del estado del tiempo y del comportamiento de ríos y quebradas ante un evento de lluvia. Siendo esto otro factor importante para la generación de alertas en tiempo real ante la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo de lluvia y que pueda afectar a la comunidad.

Como parte de su operación el SIATA ha implementado un modelo numérico de pronóstico meteorológico conocido como Weather Research and Forecasting Model (WRF por sus siglas en inglés) (WRF). El WRF es un modelo numérico de mesoescala que ha sido desarrollado para realizar de pronósticos de manera operacional y para realizar investigación en ciencias atmosféricas. El modelo permite, entre otros, realizar asimilación de datos tridimensionales (3DVAR) y ajustar las condiciones locales y de topografía de la zona de estudio con resoluciones espaciales que van desde metros hasta miles de kilómetros.

Para la implementación del modelo se han definido 3 dominios espaciales anidados (Figura 3, izquierda) con el fin de incorporar las condiciones climáticas de mayor escala en el pronóstico regional. El primer dominio comprende toda la región norte de Suramérica y el mar Caribe y tiene una resolución espacial de 18 km. El segundo dominio tiene una resolución de 6 km y agrupa la región andina colombiana. El tercer dominio es el de mayor resolución (2 km) y corresponde al centro de Antioquia y la zona de interés del Valle de Aburrá.

El pronóstico se realiza diariamente de manera automática para un horizonte de 120 horas (5 días) utilizando diferentes configuraciones o parametrizaciones de la microfísica atmosférica. El análisis y la presentación de los resultados involucra variables como la temperatura, precipitación, vientos, humedad relativa, velocidad vertical entre otras (Figura 2, centro, derecha)

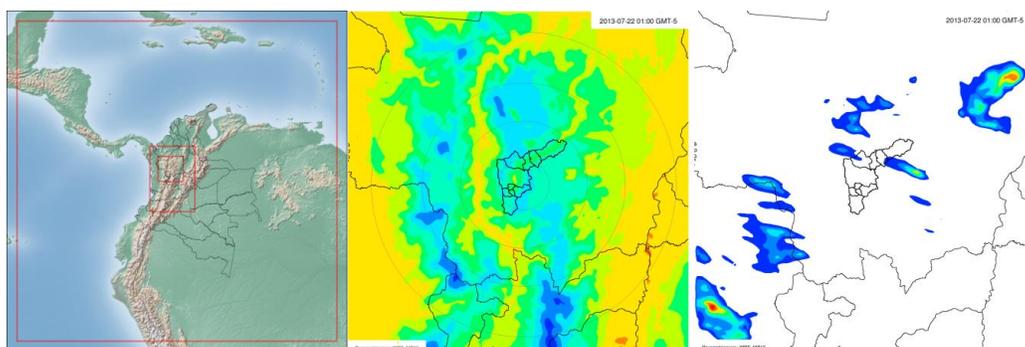


Figura 2. Dominio espacial del WRF (izquierda), temperatura (centro) y precipitación (derecha) pronosticadas por el modelo.



### 3. Integración y Difusión de la Información

En el marco del proyecto se ha desarrollado el software necesario para lograr la integración de información de la estaciones de monitoreo en tierra (Red Pluviométrica, red de Nivel, red Meteorológica y red de Humedad del suelo) con los sensores remotos en un mismo portal de análisis interno y un sitio web abierto a la comunidad en general ([www.siata.gov.co](http://www.siata.gov.co), ver Figura 3). Dicho desarrollo digital hizo acreedor el proyecto a un premio Frida 2013 en la categoría de desarrollo. La información del proyecto también se comparte automáticamente usando desarrollos de integrantes del proyecto vía diferentes redes sociales, siendo twitter y youtube las herramientas que han permitido llegar a la comunidad de manera directa.



Figura 3. Vista actual del portal WEB

Gracias a las redes de monitoreo y a los desarrollos en software que incluyen asimilación y diseminación de información, y calidad de datos, se emiten alertas certeras y en tiempo real a la comunidad y a las entidades de atención de emergencias de Medellín y Valle de Aburrá con el objetivo primordial de preservar en cuanto sea posible la vida, la salud y el bienestar de la población en riesgo. Las alertas se diseminan también digitalmente vía correo electrónico y mensajes de texto a celulares.

