

# Predicción de Incendios Forestales en la Provincia de Córdoba

Juan C. Vázquez, Julio Castillo, Marina Cardenas, Romina Gordillo, Sebastián Villena Ruiz

Laboratorio de Investigación de Software LIS/Dpto. Ingeniería en Sistemas de Información/  
Facultad Regional Córdoba/ Universidad Tecnológica Nacional

{cjbvazquez, jotacastillo, ing.marinacardenas, rominagordillo, sebastian.villena.ruiz}@gmail.com

## Resumen

El objetivo de este proyecto es el de elaborar un modelo que permita pronosticar los incendios forestales en la Provincia de Córdoba, especialmente en las sierras de Córdoba y la región del parque Chaqueño de la provincia.

A partir del mismo, se pretende capturar la presencia de patrones de comportamiento de los factores que influyen en la producción de incendios forestales, ya sean humanos o de índole climática, tales como humedad, presión, temperatura y cantidad de lluvia caída en una zona determinada, asociados a incendios forestales.

Este modelo ha sido elaborado empleando técnicas de aprendizaje automático (machine learning), utilizando para ello modelos supervisados como redes neuronales o maquinas vectores de soporte.

*Palabras clave: Pronósticos, modelo, incendios, forestales, meteorología, predicción.*

## Contexto

El presente proyecto se encuentra consolidado dentro de la línea de investigación que se dedica a la resolución de problemas físicos, reales y sociales, a través del uso y del empleo de herramientas computacionales basadas en aprendizaje automático. Este proyecto se lleva a cabo en el Laboratorio de Investigación de Software del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba.

El mismo, se enmarca dentro del Grupo GIA (Grupo de Inteligencia Artificial) de la UTN-FRC, el cual tiene como objetivo general el investigar técnicas, algoritmos de inteligencia artificial, entre los que se destacan el estudio de las redes neuronales, autómatas celulares, análisis y procesamiento de imágenes, minería de datos, y su aplicabilidad y resolución de problemas de las ciencias naturales y de las ciencias sociales. El grupo está integrado por doctores, ingenieros, licenciados, becarios, y pasantes.

De esta manera, se puede observar que se investigan técnicas de IA tanto desde el punto de vista teórico, como desde el punto de vista práctico.

## Objetivos Específicos

Los objetivos del proyecto podrían agruparse en tres tipos: relacionados a las capacidades cognitivas de sus integrantes, aquellos relacionados a la aplicabilidad concreta del sistema (por ejemplo, en el marco de una transferencia a la comunidad), y aquellos relacionados con los objetivos académicos en cuanto a la formación de futuros investigadores.

- *Cognitivos:* lograr profundo conocimiento teórico y práctico, de las técnicas, algoritmos, desarrollo y construcción de sistemas basados en conocimiento, y en particular, en sistemas basados en aprendizaje supervisado.

Asimismo se planea lograr un profundo conocimiento en la modelización de problemas complejos y no-lineales.

Determinando las herramientas computacionales más apropiadas, sus ventajas y desventajas, y ganar experiencia práctica en la implantación de tales sistemas.

- *Relación con el medio: Especificar, analizar, diseñar, implementar, y probar el sistema en campo.*

Obtener una realimentación y adaptar el sistema de manera tal que sea de gran utilidad a los expertos: bomberos, personal de lucha contra el fuego, y personal de gestión de los recursos para el combate contra el fuego.

Así este sistema tendrá las funciones de ser una herramienta preventiva en la lucha contra incendios.

- *Académicos: Generar un marco, para la enseñanza-aprendizaje y motivación de alumnos acerca de la importancia de sistemas basados en conocimiento, y de algoritmos de aprendizaje automático como manera de resolver una problemática concreta en el campo de las ciencias naturales. Como resultado, se pretende involucrar a alumnos en el estudio y la investigación de temas fundamentales de su carrera.*

## Introducción

Los incendios forestales son uno de los mayores problemas ambientales y producen un daño ecológico, económico y humano, irreparables. Es por ello que una detección prematura de los mismos, es una herramienta clave que puede permitir una lucha más eficaz contra este flagelo.

En la actualidad existen aproximaciones [1], [2] que intentan dar soluciones empleando herramientas automáticas [3] basadas en sensores locales (meteorológicos), otras se basan en satélites, y un tercer grupo de técnicas, en scanners de humo e infrarrojos.

En este proyecto pretendemos construir un sistema, empleando redes neuronales [4]

artificiales y maquinas vectores de soporte, y alimentarlas con datos meteorológicos no costosos, como los sugeridos por índices internacionales, con el objetivo de poder predecir la existencia o no de un área quemada y en ese caso, de la extensión de la misma [5]. La información de salida que este sistema proveería, sería de vital importancia para el planeamiento estratégico de los recursos destinados a combatir los incendios forestales.

Si bien el pronóstico de incendios es una tarea difícil, se piensa que un enfoque basado en aprendizaje automático, podrá inferir un modelo matemático útil y aplicable en la práctica, de manera tal de servir de un sistema de soporte de decisión a la planeación estratégica de recursos destinados a incendios forestales. Como resultados podríamos obtener un sistema que indique las áreas en las que ocurrirá un incendio y la cantidad de hectáreas que se verían afectadas.

Nuestro objetivo es aplicar este modelo en la Provincia de Córdoba que ha sido ampliamente afectada por los incendios forestales en años recientes.

Según el informe preliminar de valoración sobre el impacto del incendio en Sierras Chicas ocurrido en septiembre de 2006, los focos de fuego afectaron aproximadamente a 18.640 hectáreas distribuidas en el cordón montañoso de Sierras Chicas de la región natural de Sierras de Sur, ubicadas en los departamentos de Colón, Punilla y Santa María. Este incendio fue uno de los de mayor magnitud registrada en Córdoba en los últimos años. La vegetación más afectada fue la arbustal-pastizal, alcanzando 11.080 hectáreas, que representa el 67% del total de la flora que fue afectada. En segundo lugar, en lo que respecta a impacto en superficie, fue el Bosque con una extensión quemada de 2.480 hectáreas.

Cabe destacar que la recuperación del estrato arbóreo podría demorar aproximadamente 60 años.

Desde el punto de vista de las pérdidas económicas derivadas del incendio forestal, se cuentan las pérdidas económicas del bosque, el costo de la extinción del incendio y costo parcial de las pérdidas de infraestructura. Así, las personas residentes permanentes del área quemada, ven perjudicada su calidad de vida, tanto en su salud como en su economía y sus actividades cotidianas, cada vez que acontece dicho flagelo.

Por esta razón, un sistema de prevención del fuego que informe de alertas tempranas podría ayudar a solventar muchas de estas pérdidas, alertando a la población y a las autoridades, para que prepare y dirija sus recursos en la posible zona de siniestro, y así evitar al mínimo pérdidas económicas, ecológicas y principalmente pérdidas de vidas humanas.

## **Líneas de Investigación y Desarrollo**

Como se mencionó inicialmente, el presente trabajo forma parte de la línea de investigación de aprendizaje automático, esto es, en la construcción de algoritmos que intenten inferir un modelo computacional con el fin de resolver un problema concreto, en este caso la predicción de incendios, problema que se caracteriza como complejo y altamente no lineal.

## **Resultados Esperados**

Ya que este proyecto se encuentra en ejecución, aun no se cuentan con resultados obtenidos de la aplicación del sistema. Sin embargo, podemos destacar que los resultados esperados de la concreción de este proyecto son:

- realizar una predicción de la ocurrencia de un incendio forestal.
- efectuar el seguimiento y gestión de los siniestros.

- servir de herramienta de gestión para ayudar en la asignación efectiva de los recursos físicos, financieros y humanos.

- formar a alumnos becarios, y pasantes en el área de IA, e introducirlos en tareas de investigación.

Este proyecto fue aprobado por la Secretaria de Ciencia y Técnica de la UTN, y comenzó formalmente en Marzo de 2010. Sin embargo, desde el mismo mes del año 2009 ya se había comenzado a especificar la problemática, y a analizar y diseñar la estructura del sistema.

A continuación detallaremos las características esenciales de los productos construidos hasta el momento, y su grado de avance.

### **Sitio Web**

Actualmente se están realizando tareas de codificación y prueba de diferentes submódulos que permitirán la posterior integración del sistema.

En la Figura 1 se puede observar la pantalla de inicio al sistema web desarrollado que permite la administración, seguimiento de mediciones, visualización de siniestros, estadísticas y otras operaciones propias de la gestión de incendios forestales.

A partir de este sistema, se podrán capturar las mediciones diarias que realiza cada cuartel de bomberos, las cuales servirán de entrada para los módulos de entrenamiento y predicción.

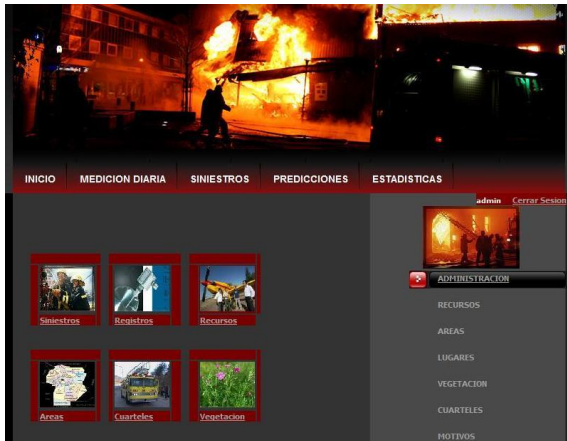


Figura 1: Pantalla de acceso Sitio Web

### Subsistema de Entrenamiento

Este subsistema se caracteriza por tomar como entrada un conjunto de información estadística acerca de la ocurrencia de siniestros y las condiciones en las cuales el mismo se produjo. En base a estas mediciones se infiere un modelo que es la salida de este subsistema.

### Subsistema de Predicción

Este subsistema se caracteriza por tomar como entrada el modelo producido por la etapa anterior, junto con información climática actual, y en base a las mismas poder inferir la ocurrencia o no de un siniestro.

Actualmente se está trabajando simultáneamente en la etapa de implementación de los subsistemas de entrenamiento y de predicción (ya que su desarrollo no es necesariamente secuencial). Por otra parte el sistema web de gestión de siniestros está en la etapa final de pruebas.

## FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Además de docentes, también participan de este proyecto [6], alumnos del último nivel la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN FRC, próximos a recibirse y con perspectivas de iniciarse en una carrera de posgrado o doctorado, con lo

cual, uno de los objetivos del proyecto es el contribuir a la formación de dichos alumnos.

También forman parte alumnos becarios que se inician en las actividades de investigación dentro de la universidad.

El equipo de investigación y desarrollo de software, está formado por investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, que a continuación se detallan:

- Ing. Juan Carlos Vázquez, es el responsable del desarrollo del sistema software, en el marco del proyecto de investigación "Modelado para la Predicción de Incendios Forestales en la Provincia de Córdoba".
- Ing. Lic. Julio J. Castillo, es el corresponsable del desarrollo del sistema.
- Ing. Marina E. Cardenas, realiza tareas de investigación y desarrollo, análisis, diseño, y codificación de algoritmos de aprendizaje automático.
- Ing. Romina Gordillo, realiza tareas de análisis, diseño, codificación, y de investigación y desarrollo en diferentes módulos del proyecto.
- Ing. Sebastián Villena Ruiz, realiza tareas de visualización de siniestros, base de datos, investigación y desarrollo de diferentes módulos del proyecto.

Por otra parte, también participan del proyecto, alumnos de los últimos niveles la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN FRC, próximos a recibirse que realizan sus prácticas supervisadas como parte de los requisitos para la obtención del grado de Ingeniero. Los alumnos intervienen, aportan su trabajo en el proyecto, y aprenden a realizar actividades de investigación, y cómo integrarse en un equipo existente. De esta manera, se está cumplimentando uno de los objetivos del proyecto que es el contribuir a la formación de alumnos en tareas de investigación, en especial fomentando el interés por los sistemas basados en IA. Como ejemplo, el reciente Ing. Villena Ruiz hizo su práctica profesional

supervisada en el proyecto, y actualmente hay un alumno más realizando su práctica supervisada en el mismo, esto coadyuva a los alumnos avanzados en la carrera que participen del proyecto a convertirse en jóvenes investigadores. Asimismo, se plantea como un objetivo adicional del proyecto que sirva como marco de trabajo para que docentes-investigadores realicen su tesis de Maestría en Sistemas de Información en el presente proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

[1] J. Terradas J. Pinol and F. Lloret. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climatic Change*, 38:345–357, 1998.

[2] S. Taylor and M. Alexander. Science, technology, and human factors in fire danger rating: the Canadian experience. *International Journal of Wildland Fire*, 15:121–135, 2006.

[3] S. Makridakis, S. Wheelwright, R. Hyndman. *Forecasting: Methods and Applications*. Wiley, December 1997.

[4] C. Vega-Garcia, B. Lee, P. Woodard, and S. Titus. Applying neural network technology to human-caused wildfire occurrence prediction. *AI Applications*, 10(3):9–18, 1996.

[5] D. Mazzoni, L. Tong, D. Diner, Q. Li, and J. Logan. Using MISR and MODIS Data For Detection and Analysis of Smoke Plume Injection Heights Over North America During Summer 2004. *AGU Fall Meeting Abstracts*, pages B853+, December 2005.

[6] J. Castillo, M. Cardenas, R. Gordillo, J. Vázquez. *Un Modelo de Pronósticos para Predicción de Incendios en la Provincia de Córdoba*. WICC 2011, Rosario, Argentina.