

# Reporte de Avance Semanal 1

Proyecto Simulación EWE - Castellví de Rosanes

Esteban Carrasco Barra

Enero 2026

## Resumen Ejecutivo

Esta semana se ha completado la fase de **Adquisición y Validación de Datos**. Se han recopilado y procesado los inputs meteorológicos, topográficos y de comportamiento del fuego necesarios para iniciar la simulación numérica. Además, se ha definido el dominio computacional y la formulación matemática del modelo basada en sistemas de reacción-difusión.

## Marco Teórico y Revisión Bibliográfica

Para la simulación del incendio de Castellví de Rosanes, se han revisado los conceptos fundamentales de los Eventos de Incendios Forestales Extremos (EWE).

### Debate sobre la Definición de EWE (Proyecto FIRE-RES)

La literatura clásica define los EWE basándose en parámetros físicos de intensidad y comportamiento convectivo [1]. Sin embargo, trabajos recientes bajo el marco del proyecto europeo **FIRE-RES** proponen un cambio de paradigma hacia una definición operativa y socioecológica.

Según este enfoque, un EWE se caracteriza no solo por sus megajulios por metro, sino por su *capacidad de desbordamiento*: son eventos donde la incertidumbre y la velocidad de cambio saturan la capacidad de decisión de los servicios de extinción, llevando al sistema al límite del colapso operativo.

### Caso de Estudio: Transición de Régimen

En el caso de Castellví, la formación reportada de un *pirocúmulo* (PyroCu) sugiere una transición temporal de un régimen “impulsado por el viento” (*wind-driven*) a uno “dominado por el penacho” (*plume-dominated*) [4]. Durante esta fase, la potencia liberada por el fuego ( $P_f$ ) supera a la potencia del flujo de viento ambiental ( $P_w$ ), generando una convección vertical profunda que retroalimenta el sistema.

## Adquisición de Datos

Se ha establecido una base de datos geoespacial completa con los siguientes componentes:

- **Meteorología de Mesoescala (ERA5):** Descarga exitosa de datos horarios (Viento U/V, Temperatura, Capa límite) en formato GRIB. Resolución:  $\sim 30$  km.
- **Topografía (SRTM):** Modelo Digital de Elevación (DEM) a 30m de resolución.
- **Verdad Terreno:** Perímetros isócronos y reporte técnico oficial de Bombers GRAF.

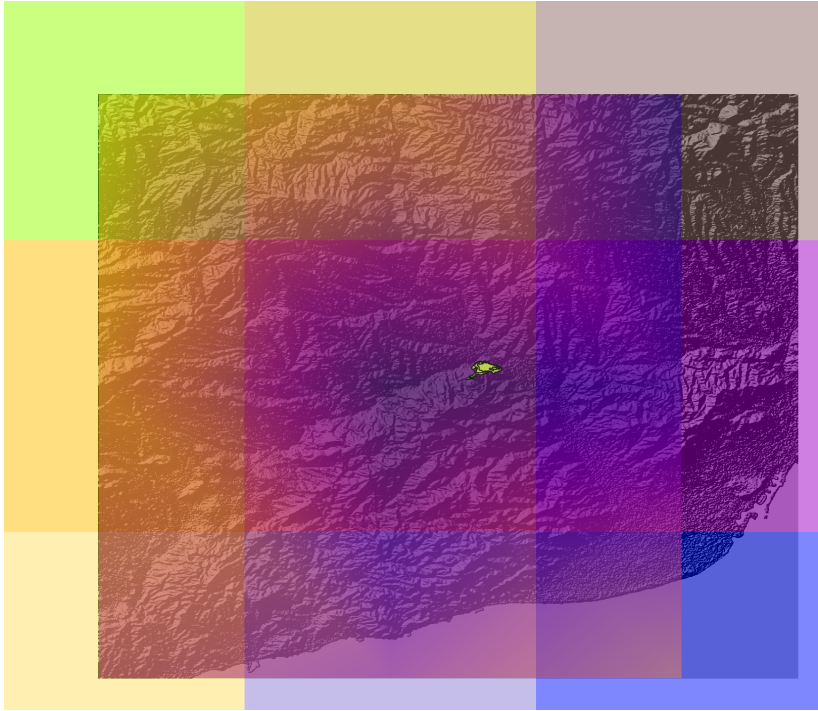


Figura 1: **Integración de Datos en QGIS.** Superposición del perímetro del incendio (rojo) sobre la topografía detallada (gris) y la malla meteorológica ERA5 (bloques de color). Se evidencia la necesidad de técnicas de *downscaling*.

## Definición del Dominio Computacional

Para la configuración del modelo meteorológico (WRF) y su acoplamiento con el modelo de incendio, se han calculado las dimensiones exactas del dominio de estudio:

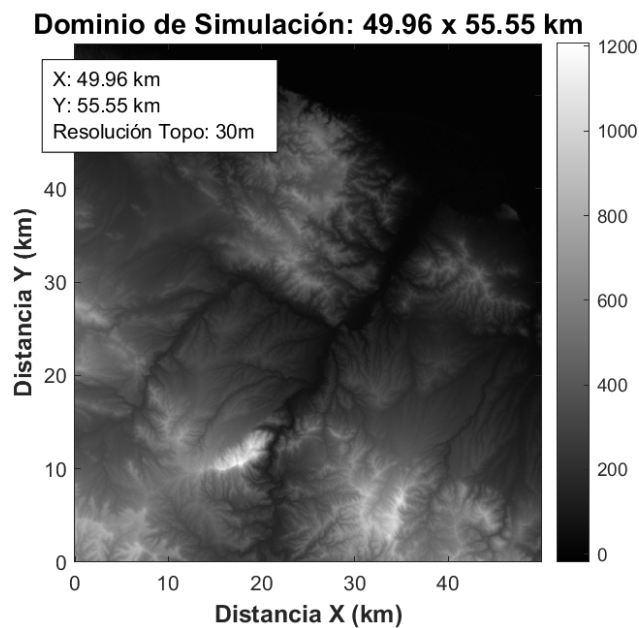


Figura 2: Dominio computacional calculado sobre el Modelo de Elevación Digital.

Dimensión	Valor Calculado
Extensión Eje X (Oeste-Este)	<b>49.96 km</b>
Extensión Eje Y (Sur-Norte)	<b>55.55 km</b>
Área Total	<b>2775.49 km<sup>2</sup></b>
Resolución de Malla	30 metros
Sistema de Coordenadas	WGS 84 (Lat/Lon)

## Formulación Matemática del Modelo

El núcleo de la simulación se basa en un modelo continuo determinista descrito por un sistema de Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDP) de tipo **Advección-Difusión-Reacción**. Siguiendo la aproximación semifísica propuesta por Asensio y Ferragut [2], el sistema modela la conservación de la entalpía y la masa de combustible.

Sea  $\Omega \subset R^2$  el dominio espacial. El estado del sistema en cada instante  $t$  viene dado por la temperatura adimensional  $T(\mathbf{x}, t)$  y la fracción de masa de combustible sólido  $Y(\mathbf{x}, t)$ :

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T - \nabla \cdot (K \nabla T) = Q(T, Y) - \alpha(T - T_a) \quad (1)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = -R(T, Y) \quad (2)$$

Donde:

- $\mathbf{v}(\mathbf{x}, t)$ : Campo de velocidad del viento efectivo (incluyendo corrección por pendiente).
- $K$ : Tensor de difusividad térmica (representando radiación local y turbulencia).
- $Q(T, Y)$ : Término fuente de calor generado por la reacción de combustión (Ley de Arrhenius).
- $\alpha$ : Coeficiente de pérdidas por convección vertical/radiación al ambiente ( $T_a$ ).
- $R(T, Y)$ : Tasa de consumo de combustible.

Este enfoque permite capturar fenómenos complejos como la aceleración en cañones o el efecto del viento, manteniendo un coste computacional menor que los modelos CFD completos (tipo FDS) pero mayor precisión física que los modelos de autómatas celulares [3].

## Análisis Atmosférico Local

El análisis del radiosondeo (13/07/2021 18:09) revela la dinámica crítica del evento, confirmando la cizalladura del viento:

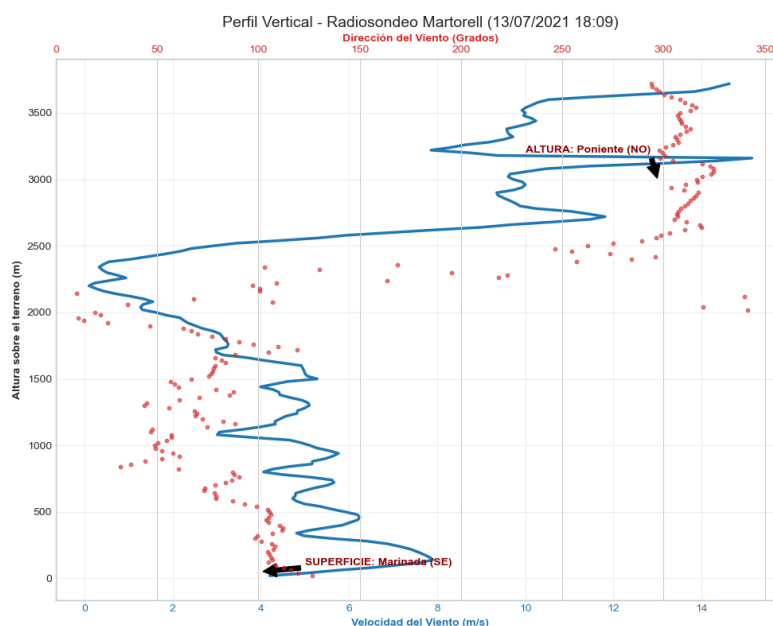


Figura 3: Perfil vertical de viento. La línea azul indica velocidad y los puntos rojos dirección. Nótese el giro drástico de viento entre superficie (Marinada) y altura (Poniente).

## Próximos Pasos (Semana 2)

1. **Procesamiento de Combustibles:** Conversión de mapas de vegetación (PREVINCAT) a modelos numéricos.
2. **Interpolación Meteorológica:** Aplicación de técnicas de *downscaling* para el viento ERA5.
3. **Discretización:** Implementación numérica del sistema de EDPs en MATLAB.

## Referencias

- [1] Tedim, F., et al. (2018). *Defining Extreme Wildfire Events: Difficulties, Challenges, and Impacts*. Fire, 1(1), 9.
- [2] Asensio, M.I., Ferragut, L., Simon, J. (2002). *Modelling of convective phenomena in forest fire*. Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat. (RACSAM), 96(3), 299-313.
- [3] Mandel, J., et al. (2011). *A coupled atmosphere-fire model for idealised scenarios*. Geoscientific Model Development, 4, 591-610.
- [4] Byram, G.M. (1959). *Combustion of forest fuels*. Forest fire: control and use, 61-89.
- [5] Simpson, C.C., et al. (2013). *The role of the atmosphere in the behaviour of the 2002 convective fires*. Intl. Journal of Wildland Fire.